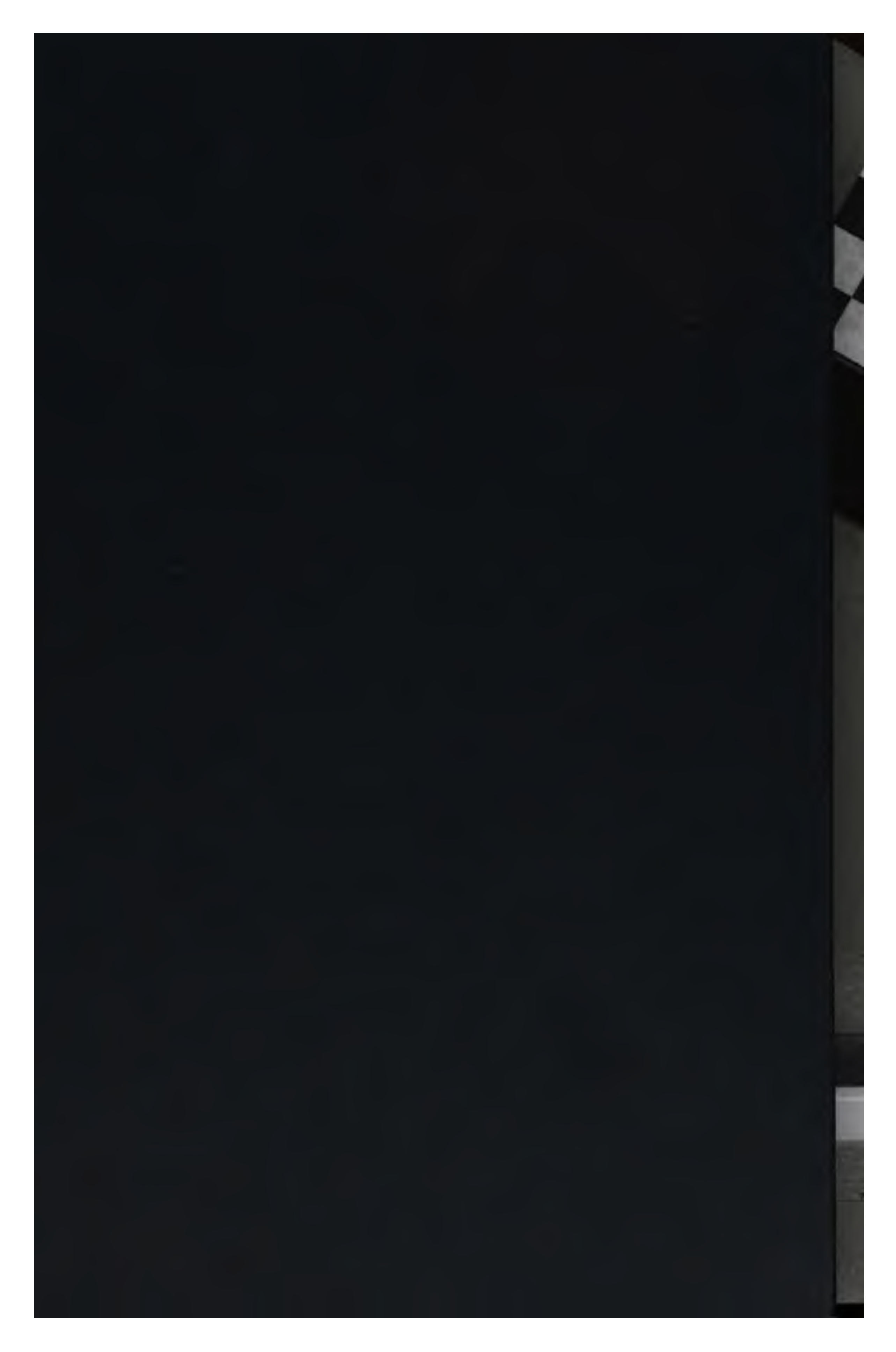
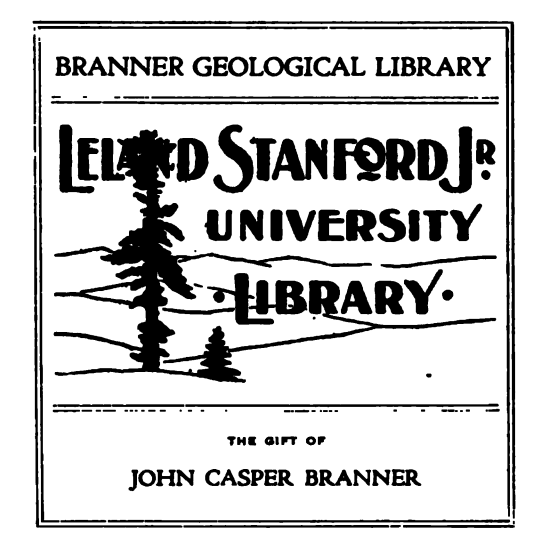



BRANNER GEOLOGICAL LIBRARY
LELAND STANFORD JR.
UNIVERSITY
LIBRARY
THE GIFT OF
JOHN CASPER BRANNER





Das

Flutphänomen

und sein Zusammenhang

mit den

säkularen Schwankungen des Seespiegels.

Untersuchungen,

auf Grund neueren und neuesten Materiales

angestellt von

Prof. Dr. J. Heinr. Schmick.

Ehrenmitglied der Görlitzer „Naturforschenden Gesellschaft",
Verfasser der Schriften: „Die Umsetzungen der Meere etc.", „Thatsachen und Beobachtungen etc.", „Die neue Theorie etc.", „Die Aralo-Kaspi-Niederung etc.", „Die Gezeiten etc.", „Der Mond etc.", „Sonne und Mond etc."

Mit 14 lithogr. Beilagen und verschiedenen Holzstichen.

Zweite Ausgabe,
erweitert um die neuesten betreffenden Resultate.

Leipzig, 1879.

Alwin Georgi.

Vorwort zur ersten Ausgabe.

Eingangs dieser vierten Arbeit des Verfassers betreffs Entwickelung und Begründung seiner Theorie säkularer Schwankungen des Seespiegels muss er der Freude Ausdruck geben, welche ihm die steigende Theilnahme an dem Gegenstande seiner Untersuchungen bereitet. Diese Theilnahme hat sich theils in Ehrenbezeigungen, theils in eingehenden und wohlmeinenden Erörterungen des Für und Wider durch hochgeachtete Fachblätter und gelehrte Vereine, theils und vorzüglich aber wohl in wissenschaftlichen Unterstützungen des höchsten Werthes kundgegeben, die auch der tiefste und wärmste Dank an dieser Stelle nicht entfernt gut machen kann. Die Hilfsleistungen betrafen die Herbeischaffung des Materiales für weitere Studien, welches Material auf dem gewöhnlichen Wege des Buchhandels meist gar nicht zu haben war. So erhielt denn der Verfasser der Reihe nach durch Herrn Professor Dr. v. Hochstetter zu Wien die australischen Kurvenbilder der Stosswellen des 1868er Erdbebens in Peru, durch desselben Herrn freundschaftlich warme Empfehlung und die unvergleichliche Zuvorkommenheit der Herren Regierungs-Astronom H. C. Russell, B. A. und Staats-Ingenieur O. Rossbach zu Sydney, Neu-Süd-Wales, einen ganzen Jahrgang der Flutkurven der dortigen selbstregistrirenden Maschine, durch die Güte des Herrn Professors Heis zu Münster eine Reihe Ephemeriden des Mondes für 60 Jahre, sammt einer anderen für alle Tage des

Jahres 1871, durch die hohe Gewogenheit Sr. Exzellenz, des Herrn Marineministers v. Stosch zu Berlin sehr wichtige Auskunft über Diskussionen der Pegelablesungen an Ostsee-Stationen, durch die Hochgeneigtheit der Adria-Kommission der k. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien einen Theil der Berichte über neue Forschungen im Adriatischen Meere, durch die besondere Gunst der Herren wirklicher Geheimrath v. Dechen, Exzellenz, und Professor Andrae zu Bonn Moberg's Diskussionen der finnischen Pegelablesungen. Mögen alle diese freundlichen Helfer, mehr als in seinen unzureichenden Worten, darin den Dank des Verfassers erkennen, dass er die mit ihrem Beistande erhaltenen Mittel gewissenhaft zu verwerthen gesucht hat.

Den geehrten Lesern überhaupt sei vorliegendes Buch um der Grösse des darin behandelten Gegenstandes willen empfohlen.

Köln, im Mai 1873.

Dr. J. Heinrich Schmick.

Vorwort zur zweiten Ausgabe.

Die vorliegende Schrift, welche hiermit von neuem erscheint, hatte sich zweierlei Aufgaben gestellt. Sie wollte erstens auf Grund der längsten, mechanisch entstandenen und somit zuverlässigsten Beobachtungsreihen über den Gang der täglichen Gezeiten, welche jemals diskutirt worden waren, einen obwaltenden Irrthum betreffs des Ursprungsortes der primären Flut- und Ebbeerscheinungen beseitigen, so wie Dunkelheiten aufhellen, die aus Unbekanntschaft mit den nächsten Folgeerscheinungen des primären Störungs-Vorganges erwuchsen. Sie wollte zweitens versuchen, eine bisher ungeahnte, jetzt aber theoretisch behauptete entferntere Folgeerscheinung der ozeanischen Spiegelstörung nachzuweisen, nämlich die periodisch dauernde Verschiebung eines gewissen kleinen Theiles der Meergewässer von nördlicher zu südlicher Erdhalbkugel und umgekehrt.

Die erstere Aufgabe wurde vollständig gelöst in sofern, als die mechanisch hergestellten und eingehend besprochenen Flutenbilder eines ganzen Jahres auf das evidenteste darthaten, wie die Meinung, die Flut- und Ebbeschwankungen des Seespiegels entständen lediglich irgendwo im südlichen grossen Ozeane, gänzlich abzuthun sei. Sie wurde weiter, nach Maassgabe des vorhandenen Beobachtungs-Materiales, gelöst rücksichtlich der nächsten sekundären Erscheinungen, indem auf Grund der diskutirten Jahresreihe der Flutkurven und der Stosswellen des peruanischen Erdbebens im Jahre 1868 zum ersten Male konstatirt werden konnte, wie die Ausgleichung der primären ozeanischen Niveaustörung nahezu dreimal so langsam erfolge, als letztere in's Werk gesetzt werde, mithin alle täglichen Flutwellen zusammengesetzte seien. (Zu voller Klarheit gedieh dieser Nachweis erst zwei Jahre später durch die analysirende Vergleichung zweier gleichzeitig entstandenen Parallel-Flutreihen von fast gleichen entgegengesetzten Breiten.)

Der zweite erwähnte Zweck vorliegenden Buches konnte bei seinem ersten Erscheinen nur theilweise erreicht werden aus zwei Gründen.

Der erste bestand in der Unvollständigkeit betreffender Beobachtungsreihen, der zweite in einer Mangelhaftigkeit der zu bestätigenden Theorie, welche erst späterhin erkannt werden konnte. Zeigte der auf der südlichen Hemisphäre gewonnene Jahreskurven-Zug auch auf das auffälligste, wie das Meeresniveau derselben, in Uebereinstimmung mit der Theorie einer kosmisch bewirkten Wasserversetzung, sich im Laufe eines Jahres um 1 Fuss 8 Zoll gehoben habe (eine Erscheinung, die als solche nachgehends durch mehrfache englische Beobachtungen verifizirt worden ist, ohne dass diese letzteren Beobachtungen von genannter Seite her auf ihren wahren Grund zurückgeführt werden konnten); zeigten auch die bis 1874 bekannt gewordenen baltischen Beobachtungsreihen von 54 Jahren auf die greifbarste Weise, dass der Ostseespiegel und zweifellos zugleich das ozeanische Niveau der Nordhemisphäre in einer gewissen Uebereinstimmung mit der Lage der Mondnähe über Nord- und Südhalbkugel der Erde geschwankt habe, so fehlte den Ostseereihen doch, wie sich nachher fand, eine Ergänzung von 10 Jahren, um das volle Verständniss der gesammten, nunmehr 64jährigen Bewegungen zum ersten Male wirklich, aber auch für immer zu erschliessen. Wie das geschehen, soll in einem 3. Nachtrage zu dieser 2. Ausgabe kurz ausgeführt werden, nachdem es eingehender schon vor einem Jahre im 1. Theile der Schrift „Sonne und Mond etc." geschehen ist.

Es scheint angezeigt, gewissen Leuten gegenüber an dieser Stelle schliesslich zu erklären: Nachdem das Endergebniss der empirischen Untersuchungen des Verfassers, die volle Bestätigung seiner Theorie einer kosmisch bewirkten säkularen Erdstoffe- und Wasserversetzung, nunmehr erreicht ist, darf es diesem Ergebnisse allein überlassen werden, für sich zu reden und sich langsam, wie das bei der Natur des Gegenstandes nicht anders möglich, Eingang zu verschaffen. Der Verfasser wird daher nicht weiter, wie er früher zu thun sich für verpflichtet hielt, einzelne berechnet maliziöse Bemängelungen seiner Arbeiten beachten. Dergleichen Dinge sitzen auf die Dauer selbst über ihre Urheber und deren in jedem Falle leicht festzustellende privatwissenschaftliche Beweggründe am unerbittlichsten zu Gericht.

Köln, im März 1879.

Prof. Dr. J. Heinr. Schmick.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorwort zur ersten Ausgabe III

Vorwort zur zweiten Ausgabe V

Inhaltsverzeichniss VII

Einleitung 1

I. Abtheilung. Zur allgemeinen Kenntniss des Flutphänomens . . 3

1. Kapitel. Das Flutphänomen als Beobachtungsgegenstand 3

2. Kapitel. Alte Meinungen über die Ursachen des Flutphänomens und neuere Einsicht in dieselben 4

3. Kapitel. Weitere begleitende Umstände des Flutphänomens, welche durch die Newton'sche Theorie ihre Erklärung finden 7

4. Kapitel. Umstände, welche eine vollständige Uebereinstimmung aller Erscheinungen des Flutphänomens mit der Attraktionstheorie stören oder verdecken 12

II. Abtheilung. Das Erdbeben in Peru im August des Jahres 1868 und seine Stosswellen. Resultate, aus letzteren hergeleitet . . 19

1. Kapitel. Der Vorgang des Erdbebens und seine Stosswellen . . . 20

2. Kapitel. Die Stosswellen des 1868er Erdbebens verbreiteten sich gleich schnell mit den lunisolaren Ausgleichungswellen 29

3. Kapitel. Die Dauer der Ausgleichung der lunisolaren Flutwellen . 32

4. Kapitel. Die Whewell'sche Isorachienkarte ist wesentlich falsch . 35

5. Kapitel. Die Reflexions-Verhältnisse der drei Weltmeere, in denen primäre Fluten erregt werden 40

Seite

6. Kapitel. Was folgt aus allem Vorhergehenden für die Theorie der säkularen Umsetzung der Meere? 49

III. Abtheilung. Ein Jahrgang der Kurven des Sydney'er Flutzeigers. Was sie von vorher besprochenen Ergebnissen bestätigen, und welche neuen Aufschlüsse über das Flutphänomen und dasselbe begleitende Erscheinungen sie bringen 50

Vorläufiges.

a) Die flutmessende Maschine (self-registering tide gauge), die Art ihrer Arbeit und die kurventragenden Blätter 51

b) Die Tafel I am Ende des Buches, welche alle Kurven des Jahrganges zusammenfasst 56

1. Kapitel. Gesammtüberblick über den Kurvenzug des ganzen Jahres zum Zwecke einer Vergleichung mit dem, was das Newton'sche Attraktionsgesetz uns erwarten lässt 57

2. Kapitel. Unsere Widerlegung des Whewell'schen Isorachienlaufes durch die Sydney'er Kurven bestätigt 59

3. Kapitel. Scheinbare Unregelmässigkeiten in Betreff der nebeneinanderliegenden Flutgipfel und -thäler und des von Tag zu Tage ungleichen mittleren Meeresspiegels 62

a) Die anscheinend abnorme Folge der Fluten zu Sydney 63

b) Das Hüpfen der gleichnamigen Gipfel und Thäler untereinander, oder die Ausgleichungen von 2—3 Tagen 65

4. Kapitel. Das von Whewell dargelegte Gesetz der halbmonatlichen Wechsel der Hafenzeiten durch die australischen Kurven bestätigt und illustrirt 68

Liste der Hafenzeiten zu Sydney 70

5. Kapitel. Die Verlaufszeiten der Fluten des Grossen Ozeanes stimmen mit dem aus den 68er Stosswellen Erschlossenen 83

6. Kapitel. Der Kurven-Jahrgang gegenüber den Beziehungen der Erde zu Mond und Sonne 86

7. Kapitel. Die Lage des Perigäums auf der Mondbahn und in Bezug auf Nord- und Südhalbkugel der Erde ist entscheidend für eine Versetzung von Meerwasser auf die eine oder andere Erdhälfte 93

Liste der täglichen mittleren Höhen des Seespiegels zu Sydney im Jahre 1871 102

8. Kapitel. Einige Vorkommnisse in der Kurvenreihe, welche sich in unserer Verkleinerung derselben nicht sichtbar machen liessen . . . 110

9. Kapitel. Zusammenfassung der Ergebnisse aus den australischen Kurven, als Basis für die folgenden Untersuchungen 112

Seite

IV. Abtheilung. Das Flutphänomen als solide Basis des Gesetzes säkularer Seespiegel-Schwankungen durch Rechnung und Beobachtung nachgewiesen 114

1. Kapitel. Die Newton'schen Attraktionsgesetze, so weit sie hier in Frage kommen 114
2. Kapitel. Das Flutphänomen ist eine Störung, welche dem dargelegten Gesetze unterliegt 115
3. Kapitel. Die Verhältnisse der täglich doppelten Mondfluten berechnet 118
4. Kapitel. Der Mond versetzt eine obere dünne Schicht der Meere . 122
5. Kapitel. Korrektionen, welche an dem gefundenen Resultate angebracht werden müssen 128
6. Kapitel. Die Mondperiode 132
7. Kapitel. Unter welchen Umständen könnte wohl die Beobachtung zur Kontrole dieser Resultate herangezogen werden? und wie ist es geschehen? 131
8. Kapitel. Die Tafel II, welche den Zusammenhang der jährlichen mittleren Ostseespiegel-Stände mit den Anziehungs-Verschiedenheiten des Mondes, seine Wasserversetzung also, durch Zusammenstellung von Ziffern mit Ephemeriden-Kurven darstellt 138
   a) Die vorn herablaufenden Linien, welche die Mondkonstellationen versinnlichen 139
   b) Vergleichung des gewonnenen Bildes der Bahn des Perigäums mit den gleichzeitigen jährlichen mittleren Höhenverschiedenheiten des Ostseespiegels 142
   c) Die Mondkonstellationen verglichen mit den Berghaus'schen Kurven sämmtlicher und der Moberg'schen monatlicher Oszillationen, im Anschlusse an das bei dem Sydney'er Jahrgange Gefundene 150
   d) Das Schema der Jahresschwankungen 154
   e) Wie stimmen die Schwankungen der mittleren Ostseespiegel-Höhen mit dem oben durch Rechnung Gefundenen? 157
   f) Zusammenfassung der Ergebnisse betreffs der Ostsee und der Meere der Nordhemisphäre 159
9. Kapitel. Die Sonne versetzt stetig eine gewisse obere Schicht der Meere 160
10. Kapitel. Was lehren die Wasserstands-Reihen der Ostsee und verschiedene andere Thatsachen in Bezug auf die säkulare Wasserversetzung durch Sonne und Mond zusammen? 165
   Ungleichmässigkeiten in den Reihen 166
   Feststellung des ungefähren Maasses heutiger Wasserversetzung . 173

Seite

[illegible] Kapitel. Wie bestimmt sich die [illegible] einer [illegible] 179

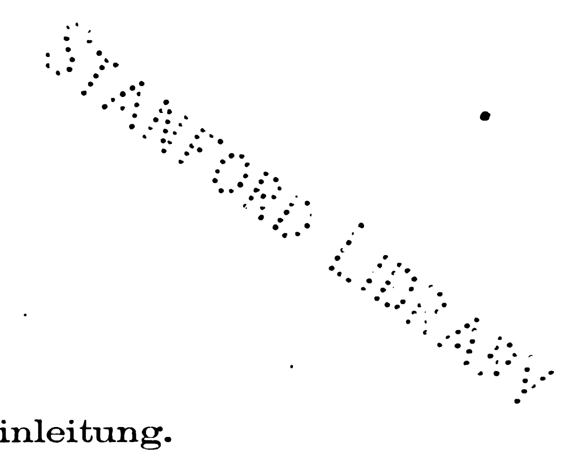
[illegible] Kapitel. Ein [illegible] unserer Theorie gegen [illegible] 181

Nachträge.

[illegible] 184

[illegible] [illegible]

[illegible] [illegible]



Einleitung.

Die neue Lehre von periodischen säkularen Schwankungen des Seespiegels und gleichzeitigen Verschiebungen der Wärmezonen hat sich zwar schon mit allen bis jetzt in die Betrachtung hereingezogenen Forschungs-Ergebnissen der Geographie, Naturgeschichte, Geologie und Geognosie in voller Uebereinstimmung gezeigt und so ihre thatsächliche Begründung in hohem Maasse gefunden; es bleibt aber trotz alledem für eine zweifellose Sicherstellung und einen unangreifbaren Erweis dieses neugefundenen Naturgesetzes noch übrig, seine Grundlage, die kosmischen Beziehungen der Erde, in wie weit sie sich als verändernd bezüglich der beweglichen Wasserhülle der letzteren zeigen, schärfer in's Auge zu fassen und dieselben klarer zu entwickeln, als es bis jetzt geschehen.

Die Theorie ruht auf dem Flutphänomen und eigentlich nur auf einem bis jetzt nicht beachteten Umstande bei demselben, dem Uebergreifen der Hebungskreise stärkerer Anziehungen auf diejenige Hemisphäre der Erde, welcher sie eigentlich nicht angehören. Dieses Uebergreifen, namentlich aber seine Wirksamkeit, war eine Behauptung von unserer Seite. Die dabei angeführten Kraft- und Dauerwerthe waren nur annähernde Angaben. Die blosse Verdeutlichung des Prinzips konnte sich mit solchen begnügen.

Wie aber blosse Behauptungen an und für sich in der Wissenschaft nicht als Resultate gelten können und erst zu solchen werden, wenn sie sich durch Beleg und Beweis zu unanfechtbaren Grundsätzen zu erheben vermocht haben, so auch kann namentlich in solchen Fällen, wo es sich, wie hier, um sehr winzige Grössen handelt, welche durch Summirung zu gewaltigen Beträgen anwachsen sollen, der Annäherungswerth schliesslich nicht genügen und es muss alles haarscharf berechnet und durch Zahl und Maass völlig bestimmt hingestellt

sein, ehe man an eine bedingungslose Zustimmung der Erleuchteten zur Wahrheit denken darf.

Kein geringerer als dieser ist der Zweck der nachfolgenden Darlegungen, und sie steuern diesem Ziele getrosten Muthes entgegen.

Die Betrachtungsweise wird so gehalten sein, dass sie jedem Gebildeten verständlich werde, denn der Gegenstand ist ein solcher, welcher das allgemeinste Interesse verdient und erregt.

Die Newton'schen Attraktionsgesetze sind als maassgebend zu Grunde gelegt, da sie von niemand mehr als der Berichtigung bedürftig betrachtet und als wohl erhärtete Thatsachen allgemein angenommen werden.

I. Abtheilung.

Zur allgemeinen Kenntniss des Flutphänomens.

1. Kapitel.

Das Flutphänomen als Beobachtungsgegenstand.

So lange Menschen die Erde bewohnt und ihre Umgebung beobachtet haben, ist ihnen an den Küsten der Festländer und Inseln der Umstand aufgefallen, dass das Meer in bestimmten, kurzen Zeitabständen abwechselnd höher und tiefer an denselben hinaufleckte. Besonders an sehr flachen Sandufern, an seichten in das Land hineindringenden Buchten und den Mündungen flacher, breiter Ströme war die Erscheinung der Flut und Ebbe sehr deutlich. Hier wurden nach Verlauf eines kleinen Theiles des hellen Tages und der Nacht selbst Hunderte von Fussen abwechselnd trockenes Land und wasserbedeckte Fläche, oder wechselten ein wasserfreies und wassererfülltes Sandthal regelmässig ab, oder überschritt der Fluss seine Ufer und zog sich wieder innerhalb derselben zurück.

Bei zunehmender Schärfe der Beobachtung ergab sich zuerst ein Wechsel in der anscheinenden Regelmässigkeit. Blieben auch die Zeiträume zwischen Hoch- und Niedrigwasser im ganzen dieselben, so erkannte man bestimmt ein nach Wochen und Monaten wiederkehrendes Höhergreifen der Fluten und Tiefersinken der Ebben.

Als die Schiffahrt zum Besuche und zur Beobachtung weitgestreckter Küsten führte, erkannte man ferner, dass die Gezeiten — so nennt der Seefahrer jetzt die Erscheinung — an verschiedenen Orten zur selben Zeit einen sehr verschiedenen Schwankungsraum haben, welcher hier sich auf wenige Fuss beschränkt, dort an 10, 20, 30, sogar 60 Fuss erreicht.

Da die Beobachtungen gewiss vorherrschend an sehr seichten Ufern und in Buchten mit untiefem Wasser gemacht wurden, weil dort die Erscheinungen am auffallendsten auftreten, so gaben sie zu der Meinung Veranlassung, dieselben entständen überhaupt und überall durch ein Hinzuströmen und Hinwegfliessen des Seewassers, wie man es an den Beobachtungsstellen vor Augen sah.

Früh schon wird man auch die Wahrnehmung gemacht haben, dass beides, höchster Flut- und tiefster Ebbestand nur wenige Minuten andauern, nach welchen jedesmal die der letzten Bewegung des Wassers entgegengesetzte eintritt.

Den neuesten Zeiten erst gehören alle ferneren bis jetzt bekannten Wahrnehmungen rücksichtlich der Gezeiten an, welche aufzuzählen wir der Uebersichtlichkeit willen um einige Kapitel verschieben müssen.

2. Kapitel.

Alte Meinungen über die Ursachen des Flutphänomens und neuere Einsicht in dieselben.

Die tägliche Wiederkehr derselben Erscheinung und selbst zu etwa denselben Tageszeiten innerhalb einer gewissen Reihe von Tagen konnte nicht verfehlen, den nachsinnenden Menschen auf den Gedanken zu bringen, dass eben die Ursachen der Lichtveränderungen, die beiden leuchtenden Weltkörper Sonne und Mond, auch hier im Spiele seien. Das vermutheten schon die Alten. Man dachte aber damals nur an einen geheimnissvollen Einfluss der Art, wie man ihn auch bis in's Mittelalter hinein der Sonne, dem Monde und den übrigen Gestirnen, namentlich den Wandelsternen und Kometen auf alles Irdische, sogar auf die Menschenschicksale zuschrieb.

Erst als die Schifffahrt ausgedehnter zu werden anfing, und man auf die günstigeren oder ungünstigeren Wasserstände an den Küsten und ihre Zeiten ein Augenmerk haben musste, fand man heraus, dass das Hochwasser sich nach dem Monde richte und zwar in ziemlich gleich bleibender Weise stets einige Stunden nach dessen oberem und unterem Meridianstande eintrete.

So wurde denn dem Monde allein die mysteriöse Kraft beigemessen, die Meergewässer zu bewegen, und es wurden schon ziemlich gute Tafeln angefertigt, welche die Hoch- und Tiefwasserzeiten häufig besuchter Küsten und Inseln auf gewisse Zeitstrecken hin enthielten.

Eigentliches Licht kam erst in die Sache mit dem Ende des siebenzehnten Jahrhunderts, als Newton die Kepler'schen Gesetze für das Planetensystem der Sonne rechnend entwickelte und bewies. Newton selbst befasste sich auch eingehend und in seiner gewöhnlichen, scharfsinnigen Art mit dem Flutphänomen, soweit es damals nach Maassgabe der Beobachtungen in Einzelheiten bekannt war, und erklärte die Erscheinung als Ganzes vollkommen, wenn auch einige Nebenumstände unklar blieben, deren Verständniss aber auch bis heute noch nicht viel weiter gediehen ist.

Das Newton'sche Attraktionsgesetz sagt nun, um das hier vorläufig in allgemeinen Umrissen anzuführen, Folgendes:

Wie die Erde von der Sonne, der Mond von der Erde, so wird auch die Erde vom Monde angezogen.

Diese Anziehung wächst, wie die Quadrate der Entfernungen abnehmen, und umgekehrt, und sie steht im geraden Verhältnisse der anziehenden Massen. Das heisst also: Ein Weltkörper wird von einem zweiten, welcher von ihm nur halb so weit absteht, als ein dritter, viermal so stark angezogen, als von diesem dritten, von einem vierten, welcher dreimal so weit von ihm entfernt ist, als der zweite, neunmal so schwach, als von letzterem. Von zwei gleich weit abstehenden Weltkörpern zieht derjenige den ersten doppelt so stark an, welcher doppelt so viel Masse hat, als der andere anziehende.

Daraus folgt, dass der dem Monde am nächsten gelegene Punkt der Erdoberfläche stärker von jenem angezogen wird, als der Erdmittelpunkt, der vom Monde entfernteste Punkt der Erdoberfläche aber eine schwächere Anziehung von ihm erfährt, als das Zentrum der Erdkugel.

Demgemäss gibt die bewegliche Wasserhülle der Erde an ihrem dem Monde nächsten Oberflächenpunkte und in einem gewissen Umkreise um denselben der grösseren Anziehung nach und wölbt sich etwas auf; an dem vom Monde entferntesten Oberflächenpunkte der Erde dagegen bleibt das Wasser gegen das Zentrum der Kugel etwas zurück und wölbt sich gleichfalls auf.

Diese beiden Wasserwülste verharren stehend in derselben Lage gegen den Mond, und die Erde rotirt von Westen nach Osten unter ihnen hin, so dass also an ihrem westlichen Rande stetig neues Meerwasser in sie hineingezogen wird, während sie ebenso stetig an ihrem östlichen Rande dem Wasser gestatten, in seine frühere Gleichgewichtslage zurückzufliessen.

Die Flutengipfel oder höchsten Stellen der Wasserwülste können sich nicht senkrecht unter dem Monde oder demselben diametral gegenüber befinden, denn die Anziehung ist eine allmählige, dauernde und ununterbrochene Wirkung und wird an derjenigen Stelle den höchsten Effekt hervorbringen, wo ihre

Dauer, bei geringer Abnahme der Intensität, die längste gewesen ist. Das ist nun immer der Fall an Punkten, welche von der senkrechten Anziehungsrichtung des Mondes um eine gewisse Strecke ostwärts liegen. (Eine zweite Ursache dieses Zurückbleibens der Flutengipfel wird sich erst später besprechen lassen.)

Diese Sätze stimmten, so weit sie reichten, mit der Beobachtung.

Mit ihnen war denn auch zugleich die Betheiligung der Sonne am Flutphänomen ausgesprochen, und waren Umstände bei demselben erklärt, welche nicht die Folge einer alleinigen Mondanziehung sein konnten. Die Rechnungen Newton's setzten den die Erdmeere störenden Kraftantheil der Sonne auf etwa die Hälfte desjenigen des Mondes. Daher musste die Sonne bei einer gemeinschaftlichen (luni-solaren) Flutwelle mit ungefähr einem Drittel betheiligt sein, welches man vermissen musste, wenn die Flutwellen beider Weltkörper nicht übereinander fielen.

Die schon viel älteren Beobachtungen der Höhenverschiedenheiten der Fluten innerhalb eines vierwöchentlichen west-östlichen Rundlaufes des Mondes um die Erde waren jetzt einfach erklärt und ebenso die jährlichen ähnlichen Höhenabweichungen des Hochwassers.

Wenn beim Neumonde die Anziehungsrichtungen von Sonne und Mond wegen ihrer nahezu gleichen scheinbaren Stellung am Himmel zusammenfielen, so mussten sich ihre Wirkungen addiren, also eine hohe Welle (Springflut) erzeugen.

Dasselbe musste der Fall sein, wenn beim Vollmonde wegen genau oder nahezu entgegengesetzter Stellung beider Weltkörper zur Erde die Wirkungen sich gleichfalls unterstützten.

Zu den Zeiten des ersten und letzten Viertels des Mondes, wann seine Anziehungsrichtung rechte Winkel mit derjenigen der Sonne bildet, die beiderlei Anziehungs- oder Hebungskreise also ganz nebeneinander fallen, musste nicht allein die Fluthöhe um den Betrag der Sonnenwelle niedriger s e i n, sondern auch noch aus dem anderen Grunde niedriger s c h e i n e n, dass jetzt die Sonnenflut das Thal zwischen den beiden täglichen Mondwellen auffüllte. Es fanden sogenannte Nippfluten statt.

Bei den Finsternissen an Sonne und Mond fand das gedachte Zusammenfallen und die Unterstützung der Anziehungen am vollkommensten statt und musste also die höchsten Springfluten veranlassen. Das war auch ein durch die Beobachtung längst festgestellter Sachverhalt.

So war denn durch Uebereinstimmung zwischen Grundbehauptungen der Theorie und unmittelbarer Wahrnehmung das Newton'sche Attraktionsgesetz

auch am Flutphänomen als richtig bewiesen, und durfte also die gegenseitige Anziehung der Weltkörper als alleinige und wahre Ursache der Gezeiten betrachtet werden.

3. Kapitel.

Weitere begleitende Umstände des Flutphänomens, welche durch die Newton'sche Theorie ihre Erklärung fanden.

a) Die ungleich hohen beiden täglichen Fluten.

Schon vor der Zeit Newton's hatte man auf beiden Hemisphären der Erde einen sehr merklichen Höhenunterschied zwischen den beiden täglichen Mondfluten bemerkt. Die eine, welche zwischen dem oberen und unteren Meridiandurchgange des Mondes lag, war fast stets höher, als die zwischen dem unteren und nächsten oberen stattfindende. Die erstere war also immer die auf der dem Monde zugekehrten, die letztere die auf der von ihm abgekehrten Erdseite befindliche. Die Attraktionslehre gab darüber nachstehenden Aufschluss:

Der dem Monde zugekehrte und ihm nächste Punkt der Erdoberfläche ist diesem anziehenden Körper um einen Erdhalbmesser näher, als der Erdmittelpunkt. Der vom Monde abgekehrte und von ihm entfernteste Punkt der Erdoberfläche steht von ihm um einen Erdhalbmesser weiter ab, als das Zentrum des Erdkörpers. Nun ist aber der dem Monde nähere Erdhalbmesser ein grösserer Antheil der ganzen Entfernung des Erdmittelpunktes vom Monde, als der entferntere von der ganzen Entfernung seines äussersten Punktes von diesem anziehenden Körper. Es sei z. B. der Abstand des Erdzentrums vom Monde = 10 Erdhalbmessern, so macht der dem Monde nähere Erdradius von dieser Strecke $^1/_{10}$ aus, der entferntere aber von dem Abstande seines entferntesten Punktes an der Erdoberfläche nur $^1/_{11}$. $^1/_{10}$ ist um $^1/_{110}$ grösser als $^1/_{11}$, worin hier also ausgesprochen liegt, dass — da die Anziehungen abnehmen wie die Quadrate der Abstände wachsen — die Attraktion des Mondes vom nächsten Oberflächenpunkte der Erde bis zu ihrem Mittelpunkte mehr abnimmt als von da bis zu ihrem entferntesten Oberflächenpunkte. Die mittlere Proportionale der äussersten Anziehungen liegt also nicht genau im Zentrum der Erde, sondern seitwärts von demselben dem Monde näher, oder mit andern Worten: die dem Monde zugekehrte Erdhälfte erfährt eine stärkere Anziehung, als die von ihm abgekehrte. Dieser stärkeren Anziehung wird demnach immer

eine höhere Aufwölbung des Meerwassers, also die erwähnte stetig höhere eine Flut entsprechen.

b) Die tägliche höhere Flut fällt auf beiden Halbkugeln der Erde in bestimmten Jahreszeiten auf bestimmte Tageszeiten.

Die höhere Mondflut fällt auf der nördlichen Hemisphäre (an den englischen und französischen Küsten beobachtet) im Sommer, d. h. von Ende März bis Ende September, stets in den hellen Tag, oder richtiger, in die Zeit von etwa Mittag bis zur folgenden Mitternacht, die niedrigere daselbst in die Zeit zwischen Mitternacht und nächsten Mittag. Im Winter, d. h. von September bis wieder März, ist es umgekehrt. Auf der südlichen Hemisphäre ist in deren Sommer und Winter dasselbe der Fall (wie man freilich bis jetzt nur als wahrscheinlich annehmen konnte, da die genauen und zugleich allgemein geltenden Beobachtungen fehlten). Da nun aber die Jahreszeiten auf beiden Hemisphären immer Gegensätze bilden, so kann, von der Nordhalbkugel aus gesprochen, die Regel so lauten: Hier ist die tägliche höhere Flut die Tagflut im Sommer, die Nachtflut im Winter. Im Süden ist die tägliche höhere Flut Tagflut im (nördlichen) Winter, Nachtflut im (nördlichen) Sommer.

Die Newton'sche Theorie erklärt diesen Umstand folgendermaassen:

Der Mondlauf repetirt in jedem Monate annähernd den scheinbaren Jahreslauf der Sonne, folgt also immer ungefähr der Ekliptik. Da nun aber die Mondphasen sich nach dem jeweiligen scheinbaren Stande der Sonne in der Ekliptik richten, so ist also immer Neumond da, wo die Sonne steht, Vollmond an dem gerade gegenüberliegenden Punkte der Ekliptik. Im Sommer der Nordhemisphäre ist also immer Neumond in irgend einem Punkte der nach Norden zu liegenden Ekliptikhälfte, den gerade die Sonne inne hat. Dem Neumonde steht also auch im nördlichen Sommer stetig irgend ein Oberflächenpunkt der Nordhalbkugel am nächsten und erhält die höhere Flut am Tage oder vor Mitternacht, die niedere Flut zwölf Stunden später, also in der Nacht oder vor dem nächsten Mittage. Dieser Sachverhalt wird von $^1/_4$ Monat vor bis $^1/_4$ Monat nach dem Neumonde in ähnlicher Weise andauern, so lange nämlich der Mond die nördliche Hälfte der Ekliptik durchläuft. Geht er alsdann zur südlichen Hälfte derselben über, so erzeugt er auf der nördlichen Halbkugel, irgend ein Punkt von welcher jetzt am weitesten von ihm entfernt ist, im Verein mit der höheren Sonnenflut, wieder auf einen halben Monat die höhere Tagesflut, weil nämlich die zwar nur sehr wenig niedrigere Sonnen-Nachtflut hauptsächlich

der südlichen Hemisphäre angehört und die Nordhalbkugel nur mit einem schmalen Segmente berührt, dazu sich mit dem Rande der Mondwelle der abgekehrten Erdseite vereinigt. Beide mehr oder minder sich deckende Wellen fallen in die Zeit von Mitternacht bis zum nächsten Mittage. Im südlichen Sommer, dem nördlichen Winter also, wiederholt sich die beschriebene Sachlage für die Südhemisphäre, und das Gegentheil findet selbstverständlich auf der nördlichen statt, was keiner weitern Ausführung bedürfen wird.

c) Die Hafenzeiten variiren innerhalb eines jeden halben Monates zweimal in ihrer Dauer.

Die schon erwähnte, stetig vom Zentrum des Hebungskreises östliche Lage des Flutgipfels macht sich allerorten durch das erst um einige Stunden hinter dem Meridiandurchgange des Mondes her eintretende Hochwasser bemerklich. Dieses Intervall, nach Sonnenzeit gemessen und unter dem Namen „Hafenzeit" bekannt, ist für keinen Ort während eines Monates (und Jahres) genau dasselbe. Bald ist es kürzer, bald länger. Im Mittel, d. h. im Durchschnitte aller Variationen, findet für englische Häfen (nach Whewell) folgender Wechsel statt:

Ist bei der Kulmination des Neu- und Vollmondes, welche mit der oberen oder unteren der Sonne zugleich, d. h. um 12 Uhr eintritt, die Hafenzeit eines Ortes 4 Stunden, so ist sie bei einer demnächstigen Mondkulmination um 1 Uhr nur 3 Stunden 44 Minuten, bei einer weiteren um 2 Uhr nur 3 St. 29 Min., bei einer um 3 Uhr 3 St. 19 Min., bei einer um 4 Uhr 3 St. 16 Min., bei einer um 5 Uhr wieder 3 St. 29 Min., bei einer um 6 Uhr, einer Quadratur, wieder die mittlere von 4 Stunden, bei einer um 7 Uhr 4 St. 31 Min., bei einer um 8 Uhr 4 St. 44 Min., bei einer um 9 Uhr wieder nur mehr 4 St. 41 Min., bei einer um 10 Uhr 4 St. 31 Min., bei einer um 11 Uhr 4 St. 16 Min., bei einer um 12 Uhr, dem nächsten Syzygium, abermals 4 Stunden oder die mittlere Dauer. Von da an beginnt ein neuer Verlauf der beschriebenen Art Es nehmen also die Hafenzeiten im Durchschnitte bei der ersten Verspätung der Mondkulmination um 1 Stunde ab 16 Minuten, bei der um 2 Stunden, 31 Minuten, bei der um 3 Stunden, 41 Minuten, bei der um 4 Stunden, 44 Minuten von der anfänglichen Dauer. Bei einem nun folgenden Abstande der Mondkulmination von derjenigen der Sonne um 5 Stunden wachsen die Hafenzeiten wieder um 13 Minuten gegen das Minimum, bei einem von 6 Stunden rasch um 44 Minuten, womit sie die Ursprungsdauer erreichen. Gegen diese wachsen sie weiter rasch bei der Verzögerung der Mondkulmination um

eine höhere Aufwölbung des Meerwassers, also die erwähnte stetig höhere eine Flut entsprechen.

b) Die tägliche höhere Flut fällt auf beiden Halbkugeln der Erde in bestimmten Jahreszeiten auf bestimmte Tageszeiten.

Die höhere Mondflut fällt auf der nördlichen Hemisphäre (an den englischen und französischen Küsten beobachtet) im Sommer, d. h. von Ende März bis Ende September, stets in den hellen Tag, oder richtiger, in die Zeit von etwa Mittag bis zur folgenden Mitternacht, die niedrigere daselbst in die Zeit zwischen Mitternacht und nächsten Mittag. Im Winter, d. h. von September bis wieder März, ist es umgekehrt. Auf der südlichen Hemisphäre ist in deren Sommer und Winter dasselbe der Fall (wie man freilich bis jetzt nur als wahrscheinlich annehmen konnte, da die genauen und zugleich allgemein geltenden Beobachtungen fehlten). Da nun aber die Jahreszeiten auf beiden Hemisphären immer Gegensätze bilden, so kann, von der Nordhalbkugel aus gesprochen, die Regel so lauten: Hier ist die tägliche höhere Flut die Tagflut im Sommer, die Nachtflut im Winter. Im Süden ist die tägliche höhere Flut Tagflut im (nördlichen) Winter, Nachtflut im (nördlichen) Sommer.

Die Newton'sche Theorie erklärt diesen Umstand folgendermaassen:

Der Mondlauf repetirt in jedem Monate annähernd den scheinbaren Jahreslauf der Sonne, folgt also immer ungefähr der Ekliptik. Da nun aber die Mondphasen sich nach dem jeweiligen scheinbaren Stande der Sonne in der Ekliptik richten, so ist also immer Neumond da, wo die Sonne steht, Vollmond an dem gerade gegenüberliegenden Punkte der Ekliptik. Im Sommer der Nordhemisphäre ist also immer Neumond in irgend einem Punkte der nach Norden zu liegenden Ekliptikhälfte, den gerade die Sonne inne hat. Dem Neumonde steht also auch im nördlichen Sommer stetig irgend ein Oberflächenpunkt der Nordhalbkugel am nächsten und erhält die höhere Flut am Tage oder vor Mitternacht, die niedere Flut zwölf Stunden später, also in der Nacht oder vor dem nächsten Mittage. Dieser Sachverhalt wird von $^1/_4$ Monat vor bis $^1/_4$ Monat nach dem Neumonde in ähnlicher Weise andauern, so lange nämlich der Mond die nördliche Hälfte der Ekliptik durchläuft. Geht er alsdann zur südlichen Hälfte derselben über, so erzeugt er auf der nördlichen Halbkugel, irgend ein Punkt von welcher jetzt am weitesten von ihm entfernt ist, im Verein mit der höheren Sonnenflut, wieder auf einen halben Monat die höhere Tagesflut, weil nämlich die zwar nur sehr wenig niedrigere Sonnen-Nachtflut [illegible]

7 Stunden, nämlich 31 Minuten, bei der um 8 Stunden weitere 13 Minuten, wodurch ihre längste Dauer erreicht ist. Alsdann geht dieselbe zurück bei der Kulmination um 9 Uhr um 3 Minuten, bei der um 10 Uhr um weitere 10 Min., bei der um 11 Uhr um abermalige 15 Minuten, bei der um 12 Uhr um schliessliche 16 Minuten, womit zum zweiten Male das mittlere Maass, 4 Stunden, erreicht ist.

Was sagt das Newton'sche Gesetz zu dieser Erscheinung? — Das Nachstehende:

Jeder der beiden anziehenden Weltkörper erzeugt eine Wasserwölbung für sich an den zwei bewussten Punkten der Erdoberfläche und in einem gewissen Umkreise um diese Punkte. Diese beiderlei Aufwölbungen können zwar nie von einander getrennt als besondere Flutwellen wahrgenommen werden, weil sie entweder ganz oder theilweise übereinander fallen, oder ihre gegenseitigen Thäler ausfüllen; aber sie müssen existiren, wenn das Attraktionsgesetz Geltung hat.

Sie werden nun kontinuirlich gegen einander verschoben, denn der Hebungskreis des Mondes bleibt täglich etwa 12 Grade des durchlaufenen Parallels oder zirka 49 Minuten an Zeit hinter dem der Sonne zurück.

Wenn aber diese, freilich sehr schwachen Wasseraufwölbungen nach vollständiger Deckung in den Syzygien unter- und übereinander allmählig weggleiten, so wird zwischen ihren Gipfeln ein neuer resultiren, welcher etwas über die Mitte hinaus nach der Seite des höheren zu liegt, also in der Richtung von letzterem, von woher dieser verschoben worden ist. Das heisst mit anderen Worten: der resultirende Gipfel kommt nun nach dem Meridiandurchgange des Mondes früher zu Stande, als vor der Verschiebung und bei vollkommener Deckung, oder auch: er liegt in geringerer Entfernung nach Osten zu hinter dem Meridianstande des Mondes. Je mehr das Gipfelpaar auseinander geht, desto weiter wird der neue, resultirende von dem grösseren abliegen, bis schliesslich, bei einem bestimmten Maasse der Entfernung, er das Wellenthal füllt, und der Hauptgipfel östlich von ihm allein noch hervortritt. Dieser liegt dann in der normalen (mittleren) Entfernung hinter dem Meridanstande des Mondes. Rückt also der Flutgipfel, z. B. des Neumondes, von dem der Sonne nach Osten fort, so liegt der aus Mond- und Sonnenflut resultirende zuerst ein wenig westwärts von ersterem, im Verlaufe der nächsten Tage je mehr und mehr, bei der Kulmination um 4 Uhr am meisten, darauf rasch wieder weniger, und bei der Kulmination des Mondes um 6 Uhr ist er verschwunden. In der genannten Zeit ist also die Flut, in ihrer scheinbaren Fortbewegung nach Westen, an einem gegebenen Orte, d. h. allerwärts, um die angegebenen Zeit-

maasse früher eingetroffen, als die Hafenzeit des Neumondes selbst für diesen Ort, d. h. überall, betrug. Bei der Kulmination um 6 Uhr nämlich hat der Hebungskreis des Mondes den der Sonne verlassen und liegt vollständig neben ihm, so dass er ihn nur noch an seiner östlichen Grenze berührt.

An dem gleichen Tage ist aber der untere oder der auf der dem Monde abgekehrten Erdseite liegende Hebungskreis des Mondes von Westen her dicht an den der Sonne gerückt, berührt ihn und fängt an über denselben hinwegzuschreiten. Das geschilderte Spiel erneuert sich in umgekehrter Ordnung, die beiden sich einander immer mehr nähernden Gipfel erzeugen einen resultirenden in ihrer Mitte ostwärts von dem höheren Mondflutgipfel, welcher letzterem bei der nach 8 Stunden folgenden Kulmination am fernsten, darauf immer näher liegt, und abermals bei der um 12 Uhr nachfolgenden Kulmination des Mondes (Vollmond) ganz mit dem Sonnenflutgipfel zusammenfällt.

Während dieser Zeit ist also die stetig scheinbar westlich vorrückende Mondflut für einen gegebenen Ort, d. h. allerorten, später entstanden, oder später dort angekommen, als die mittlere Hafenzeit für Vollmond und Neumond, erstes und letztes Viertel verlangte.

Die dabei hervortretende Unregelmässigkeit, dass nämlich die grösste Verfrühung und Verspätung nicht genau in der Mitte der Perioden von je etwa vierzehn Kulminationen lag, beruht auf der Gestalt der Flutaufwölbungen selbst.

Diese steigen nämlich östlich und westlich von ihren Gipfeln ungleich steil an, wie man das schon sehr früh aus dem Umstande ersah, dass das Hochwasser immer nach kürzerer Zeit hinter der Ebbe her eintrat, als wieder die Ebbe nach der Hochsee folgte. Der Grund zu dieser Gestaltung der Flutaufwölbungen ist die grössere Energie der Kraft, mit welcher Mond und Sonne dieselben erzeugen, und die kleinere derjenigen, mit welcher die Gewässer hinterher ihre Gleichgewichtslagen wieder annehmen, wie das späterhin weiter besprochen werden wird.

Da somit die Gipfel in ostwestlicher Richtung nicht die Mitte der Wasseraufwölbungen einnehmen, sondern eine Strecke westlich von derselben gelegen sind, so ist die östliche Abdachung länger, die westliche kürzer. Während also nach der vollständigen Deckung der Gipfel bei Neu- und Vollmond der eine nach Osten hin von dem anderen hinabgleitet, überdeckt er die längere östliche Abdachung des unteren, und es dauert demnach länger, bis er das Thal erreicht, in welchem er schliesslich wegen seines eigenen westlich steileren Abfalles rasch verschwindet, weil dann plötzlicher die einander noch deckenden Böschungen an Gesammthöhe abnehmen; wogegen wieder, wann die nun herankommende Flutaufwölbung des Mondes von Westen her auf die Sonnen-

welle hinaufsteigt, sie deren steilere westliche Böschung rascher erklimmt und bälder die stärkste östliche Abweichung des resultirenden Gipfels erzeugt. Man sieht, Newton wird auch hier den Thatsachen vollkommen gerecht.

Um dem Verständnisse dieser immerhin nicht ganz einfachen Sache durch Veranschaulichung zu Hilfe zu kommen, fügen wir nebenstehende Tafel bei. Auf derselben stellen die mit den römischen Ziffern XII, I, II etc. bezeichneten Figuren die verschiedenen Lagen von Mond- und Sonnenflut gegen einander dar. Die schraffirte untere ist die als festliegend betrachtete Sonnenwelle, die unschraffirte obere bedeutet die verchobene Mondwelle. Die Zahlen 12, 1, 2, 3. 4 etc. bis 12 unter jeder Figur bezeichnen die Strecken, um welche nach den um 1 Stunde wachsenden Kulminationsabständen der Gipfel der Mondwelle weiter östlich liegt. Dieser eigentliche Gipfel ist oben in der Kurve durch einen kurzen senkrechten Strich, der resultirende durch G bezeichnet. Dessen nothwendige Lage vom eigentlichen bemisst die Dauer der Hafenzeit bei jeder Kulmination, auf deren Stunde immer die römische Ziffer hinweist. Man wird so alles Entwickelte klar einsehen lernen, ohne an das Schema den Anspruch zu erheben, als solle es die mancherlei Abweichungen durch verschiedentliche Fluten uud die aus ihnen sich ergebenden mittleren Verhältnisse darstellen.

4. Kapitel.

Umstände, welche eine vollständige Uebereinstimmung aller Erscheinungen des Flutphänomens mit der Attraktionstheorie stören oder verdecken.

Es sind ihrer namentlich vier: a) Die vielfache Unterbrechung der Wasserfläche durch Land; b) die erste Ausgleichung der in ihrer Gleichgewichtslage gestörten Gewässer nach Maassgabe der Erdanziehung; c) die Konfiguration der Meere und die Unebenheit des Seebodens; d) die Reflexion der Wellen an langen Ufern. Sie wirken einzeln und vereint und erzeugen so diejenigen Erscheinungen, welche man sekundäre nennt, und welche oft so bedeutend werden, dass sie die primären für die Wahrnehmung entweder verdunkeln oder sie derselben ganz entziehen.

Eine genauere Untersuchung dieser Umstände ist von höchster Wichtigkeit für das richtige Verständniss des Flutphänomens, und es wird sich aus unseren nachstehenden Betrachtungen ergeben, dass namentlich ein grosser Irrthum

in Bezug auf dasselbe die Folge mangelhafter Kenntniss und Würdigung der beregten Sachverhalte gewesen ist.

Zunächst also das Thatsächliche derselben.

a) Die vielfache Unterbrechung der Wasserfläche durch Land.

Wenn die Wasserhülle der Erde ununterbrochen wäre, so würden die Hebungskreise von Mond und Sonne allenthalben aus dem gleichmässig zusammenfliessenden Wasser gleich hohe Aufwölbungen bilden, oder, die stehenden doppelten Aufwölbungen würden an allen Punkten der unter ihnen täglich vorbeirotirenden Erde gleich viel Wasser sammeln und hinterher zur Ausgleichung loslassen.

Dieses kann bei der thatsächlichen Beschaffenheit der Wasserhülle nicht der Fall sein.

Wenn Festland unter den Hebungskreisen durchpassirt, so bleiben dieselben wirkungslos.

Wenn nur wenig ausgedehnte Meeresflächen hineinfallen, so kann eben wegen ihrer geringeren Ausdehnung nicht so viel Wasser zusammenfliessen, als in grösseren. Die ganze Wirkung der Anziehung wird eine Aufwölbung von geringerer Höhe sein.

Wo viele Inseln die Bewegung des Wassers hemmen, da ist auch nicht das Maximum der Fluthöhe erreichbar.

Daraus folgt, dass die am meisten normalen Fluthöhen im grossen Ozeane erzeugt werden müssen, weil dort die Hebungskreise nach ihrem ganzen Umfange und auf allen ihren Punkten zugleich in Wirksamkeit treten können, obschon auch dort die zahlreichen Inseln des südlicheren Theiles ein Hemmniss sind; dass im atlantischen Ozeane nur niedrigere Fluten entstehen können (und zwar dort in den beiden Becken der Nord- und Südhalbkugel getrennt), weil die Hebungskreise die Wasserflächen an Ausdehnung übertreffen; dass im indischen Ozeane ebenfalls nur unscheinbare Fluten möglich sind, und zwar wegen seiner fast ausschliesslichen Lage auf der einen Halbkugel der Erde nur in halber Anzahl, im Vergleiche zum atlantischen und grossen Ozeane; dass die beiden Eismeere wegen stets in Bezug auf sie sehr schräger Anziehungsrichtung keine nennenswerthen primären Flutaufwölbungen bilden können.

Diese Sachlagen lassen sich aus der Theorie selbst mit Nothwendigkeit ableiten. Man hat sie also immer als vorhanden angenommen, sie aber auch theils durch Beobachtung zu erkennen geglaubt und ist, wie wir bald sehen werden, durch eine Uebertreibung und theilweise falsche Erklärung derselben zu einer irrthümlichen Annahme gekommen, welche mit der Theorie streitet

und die richtige Auffassung einiger Erscheinungen bedeutend stört. Diese Annahme verlegt nämlich in den südlichen grossen Ozean allein den Heerd primärer Fluten. Alle andern des ganzen Erdenrundes sollen lediglich sogenannte sekundäre, d. h. bloss durch Wellenfortpflanzung entstandene sein.

Eine zweite und zwar hauptsächliche Verhinderung der klaren Einsicht in das Ganze des Flutphänomens wird gebildet durch

b) Die Ausgleichung der in ihrer Gleichgewichtslage gestörten Gewässer nach blosser Maassgabe der Erdattraktion auf der unterbrochenen Meeresfläche.

Wenn, sagen wir wieder, die Erde mit einer ununterbrochenen, gleich tiefen Wasserhülle umgeben, und wenn dazu die Ausgleichung der Flutaufwölbungen unter den Hebungskreisen ein ebenso rascher und nur einmaliger Vorgang wäre, wie die Hebung durch die Mond- und Sonnenanziehung selbst, also nur ein einfaches Zurücksinken der Gewässer in die Gleichgewichtslage, so würden die beiden Paare der Flutwülste von Mond und Sonne wie zwei sehr flache Höcker von vollkommener Ringform sehr regelmässig die Erde täglich von Osten nach Westen scheinbar umkreisen, dabei mit ihren dünnen Rändern bis nahe an die Pole ihrer entsprechenden Erdhälften hin, und bei extremster Lage der Zentren auf den Wendekreisen, oder sogar (bei der Mondflut alle 3 Jahre) 5 Grade über dieselben hinaus, noch jenseits der Pole erkennbar sein.

Nun aber ist der Wassermantel der Erde stark unterbrochen, ist der Ausgleichungsvorgang langsamer als die Hebung und ein mehrfach zusammengesetzter, folglich muss sich ein anscheinend unlösbar verworrener Verlauf der Ausgleichung einstellen, und wird aus einer Anzahl Einzelerscheinungen sich nicht leicht mit Sicherheit auf den Grundvorgang schliessen lassen.

Wir müssen uns also an die Theorie Newton's halten, welche sich ja auch an den Haupterscheinungen völlig bewährt hat, müssen den primären Vorgang der Wasserzusammenziehung in **allen** Meeren, welche von den Hebungskreisen betroffen werden, annehmen, ihn aus dem Wirrwar der sekundären Erscheinungen herauszuerkennen suchen und ihn als Grunderklärung dienen lassen.

Die Theorie, indem sie der thatsächlichen Wasservertheilung, den erkannten Gesetzen der Hydrostatik und der Beobachtung Rechnung trägt, sagt also: Zwei Paare von Hebungskreisen, ein zum Monde und ein zur Sonne gehöriges, umlaufen täglich die Erde scheinbar von Osten nach Westen.

Die Zentren jedes Paares liegen einander diametral gegenüber und beschreiben Spiralen um die Erde.

Die Spirale des Mondes wickelt sich hin- und hergehend auf einen Erdgürtel von abwechselnd 37 und 57 Graden der Breite auf, die der Sonne auf einen solchen von 47 Graden, und beide werden vom Aequator halbirt.

Ein Hin- und Hergang der Mondspirale dauert fast einen Monat, ein solcher derjenigen der Sonne ein Jahr.

Das Zentrum des Mondhebungskreises vollendet einen Rundgang um die Erde in 24 Stunden und ungefähr 48 Minuten, das des Sonnenhebungskreises einen solchen in 24 Stunden.

Die Schnelligkeit des Vorrückens der primären Mondwelle beträgt also unter dem Aequator 5400 : $24^4/_5$ = etwa $217^3/_4$ geographische Meilen, die des Laufes der primären Sonnenwelle 5400 : 24 = 225 geographische Meilen in der Stunde.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Ausgleichungswellen ist nun, nach den bald näher zu besprechenden Untersuchungen v. Hochstetter's, ungefähr die Hälfte derjenigen der primären Wellen.

Was folgt aus allem diesem, bloss mit Berücksichtigung der Kugelgestalt der Erde, für einen einmaligen Vorgang der Wellenausgleichung, wenn es mit einem solchen gethan wäre?

Antwort: Die Geschwindigkeit der scheinbaren westlichen Fortbewegung der Hebungskreise nimmt von deren Zentren an, die genau oder nahezu grösste Kreise der Erde durchlaufen, nach ihren den Polen zu liegenden Grenzen hin immer mehr ab, denn sie legen innerhalb eines Tages einen nach den Polen hin immer kürzeren Parallel zurück. Es wird also bei jedem Hebungskreise ein polwärts liegendes Segment sich finden, innerhalb dessen die Hebung oder das Zusammenfliessen des Wassers nicht schneller vorschreitet, als die Ausgleichung nachfolgt, sogar theils viel langsamer ist, da letztere an allen Stellen der Erde vermöge ihrer allenthalben fast genau gleichen Attraktion unter übrigens gleichen Bedingungen dieselbe bleibt. Daher wird also innerhalb dieses Segmentes die Ausgleichung der dazu auch schwächeren Primärwelle völlig stattgefunden haben, wenn in äquatorialen Breiten noch ein grosser Theil des gehobenen Wassers zur Ausgleichung zurück, also noch in vollem Maasse in derselben begriffen ist. Diese äquatorialen Ausgleichungswellen erreichen **auch** die polaren Regionen, aber viel später. Da sie nun bei weitem bedeutender sind, als die polaren primären Wellen, so gelten sie **allein** dort für die wahren Gezeiten, während die unbedeutenden wirklich wahren für die Beobachtung ganz verschwinden. Der dem beregten Segmente des

Hebungskreises gegenüberliegende Rand jeder Wasseraufwölbung, welcher in viel tiefere Breiten der anderen Halbkugel, sogar auf deren Wendekreis fallen kann, veranlasst wegen seiner Dünne ebenfalls keine merkbare primäre Flut, und so zeigt der von ihm berührte Erdgürtel gleichfalls nur sekundäre Wellen, die vom Aequator herkommen.

An beiden Polen und in bedeutendem Umkreise um dieselben können also nur sekundäre Fluten wahrgenommen werden.

In gemässigten Breiten wird jede Flutwelle in allen Meeren aus einer primären und einer (oder mehren) sekundären zusammengesetzt sein.

Unter dem Aequator wird jede Flut in allen Meeren ganz oder wenigstens zum grossen Theile primär sein.

Die Newton'sche Theorie im Vereine mit Hydrostatik und Beobachtung sagt ferner:

Die Ausgleichung erfolgt auf die Weise, dass die ganze flache Aufwölbung auf ihre Unterlage drückt, sie um so viel auseinander drängt, als ihr Volumen oder richtiger ihr Gewicht beträgt, dabei zunächst auf ihr gewöhnliches Gleichgewichts-Niveau sinkt, dasselbe aber als oszillirende Masse nach unten um ein Merkliches überschreitet. Die ringsum etwas zu weit verdrängte Wasserunterlage kehrt um die Weite der übergrossen Verdrängung ihrerseits zurück und füllt das Thal um den Betrag der Vertiefung aus, aber wieder um ein Kleines mehr. So entsteht eine stationäre Oszillation, die freilich wegen der grossen bewegten Massen und der geringen Amplitude bald erstirbt.

Wäre die oszillirende Wasserfläche kreisförmig und nur so gross, um blos **eine** Aufwölbung mit zentralem Gipfel zu gestatten, so würden von ihm aus die Wellen in konzentrischen Kreisen, ganz wie Stosswellen auf einem Teiche, sich verbreiten, und ringsher die Bewegungen in immer geringerem und nach einem aus den Entfernungen zu bestimmenden Maasse wiederholen, bis sie zuletzt zur Unmerklichkeit unbedeutend würden und ganz aufhörten.

Nun ist aber solches annähernd nur im atlantischen Ozeane, in dessen beiden Hauptbecken beinahe gleichzeitig, der Fall; im grossen Ozeane dagegen bildet jeder Hebungskreis durch sein stetig rasches westliches Vorrücken einen äquatorialen Wasserwall, der nach Osten zu sich durch die erste Oszillation in zwei niedrigere Wälle spaltet, welche sich fächerartig gegen die amerikanischen Westufer zu ausbreiten, und deren südliche und nördliche Fortpflanzungen diese Gestalt im Ganzen beibehalten, wie es die Hafenzeiten nach beiden Richtungen hin ergeben.

Eine dritte Verhinderung klarer Einsicht in das Flutphänomen erwächst

c) Aus der Konfiguration der Meere und der Unebenheit des Seebodens.

Die bald ausführlich zu besprechenden Mittheilungen v. Hochstetter's über die Stosswellen des Erdbebens von Peru im Jahre 1868 haben uns über das Maass belehrt, in welchem solche Wellen auf bestimmten Strecken ihres Laufes sich abschwächen. Man sollte nun denken, in einem ähnlichen Maasse müssten auch die Fortpflanzungswellen der Flutaufwölbungen in ihrem Laufe abnehmen. Das ist auch in der That der Fall, aber ein paar Ursachen verhindern uns, es zu sehen und lassen die Sache gerade umgekehrt erscheinen. Die erste ist die Gestaltung der Meere.

Der grosse Ozean, sowie das nördliche Becken des atlantischen Weltmeeres verschmälern sich, ersterer nach Norden, letzteres nach Norden und Süden hin ganz bedeutend, so dass bei ersterem die Breite nicht bloss in dem Maasse, wie die Parallelen und ihre Längengrade kürzer werden, abnimmt, sondern in einem noch viel höheren, und bei letzterem nach Norden und Süden zu eine Art abschliessender Verengerung stattfindet. Die Ausgleichungswellen treffen in beiden Meeren in ihrem nördlichen und südlichen Vorschreiten also nacheinander auf Breiten, die in höherem Grade abnehmen, als ihre Erhebung, so dass sie sich ost-westlich übereinander schieben oder vielmehr zusammendrängen müssen und auf diese Weise an Höhe gewinnen, statt verlieren.

Im südlichen grossen Ozeane, im südatlantischen Becken und im indischen Meere ist das Gegentheil der Fall. Die Breite nimmt nach Süden hin zu, daher wir denn dort auch nur niedrige Fluten oder Ausgleichungswellen mit regelrecht abnehmenden Fluthöhen beobachten.

Die Steigerung der Fluthöhen durch Zusammenschiebung erwächst zweitens aus einer stehenden Eigenschaft des Seebodens, nämlich aus seiner Erhebung gegen die Kontinente hin, so wie aus der geringeren Tiefe polwärts aus Gründen der Erdrotation. Nach dem Gesetze Russel's wächst die Geschwindigkeit der breiten Meereswellen mit der grösseren Tiefe der See, nimmt ab mit ihrer geringeren, und so muss sich denn ihr Lauf polwärts, namentlich aber küstenwärts sehr verlangsamen. Nachfolgende Wellen holen dort also immer die voraufgegangenen ein, schieben sich auf dieselben oder drängen sie empor, und es entsteht eine Steigerung der Gesammthöhe und nachfolgenden Gesammttiefe, welche die Oszillations-Amplitude der hohen See bei weitem übertrifft.

Dieses Wachsthum der Flutoszillationen an den Ufern wird drittens lokal noch vergrössert durch die **Verschiedenheit** der geringen Seetiefe an den Küsten entlang und durch die Einbuchtungen und Vorsprünge der letzteren. Entweder durch ungleiche schliessliche Laufgeschwindigkeit, oder durch weit in's Meer einschiessende Vorländer finden sich, sogar an übrigens gerade verlaufenden Küsten, regelmässig aber in Buchten, die Flutwellen gezwungen, zu konvergiren und abermals die schon erlangte grössere Höhe zu vervielfachen.

Zu allen diesen Steigerungen kommt endlich viertens noch die durch Reflexion. Da alle Wellen nach ihrem Anprall an's Land sofort meerwärts zurückkehren und dabei ungehindert über die noch landwärts laufenden hinwegschreiten, so muss das örtlich noch einmal zu Verdoppelungen der Höhen und Thäler führen, die an ziemlich benachbarten Stellen der Ufer stehend so sehr verschieden sein können (wie es Whewell z. B. von der Südküste Englands anführt), dass die Erscheinung mit aller Hydrostatik im Kampfe zu liegen scheint.

Einen ersten Rang unter den die Beobachtung der primären Flutwellen störenden Umständen nimmt aber schliesslich ein

d) Die Reflexion derselben an langgestreckten Ufern.

Der unter c) soeben erwähnte Umstand der Rückkehr aller Wellen nach ihrem Eintreffen an Ufern hat auch seine grosse Bedeutung für die Gesammterscheinung der Gezeiten über alle Meere hin. Wie schon jedem aus kleinen Versuchen an Teichen bekannt ist, verwandelt sich nach einem Steinwurfe in deren Mitte der zuerst von konzentrischen Ringen durchzogene Spiegel, je nach der grösseren Unregelmässigkeit des Ufers mehr oder weniger stark, in eine durchhin gekräuselte Fläche. Von allen Seiten kehren die anschlagenden Wellenringe reflektirt zurück, überschreiten ungestört die noch immer ankommenden primären Wellen, durchlaufen die ganze Fläche, schlagen wieder an, kehren wieder zurück, bis sie zuletzt ersterben, und die ruhige Ebene des Wasserspiegels sich allgemach wieder herstellt. Ganz so ist es auf der See bei den Flutwellen. Alle Ufer rings um die Meeresbecken reflektiren sie sofort, und sie müssen alsdann, je nach der Konfiguration der Küsten sehr vielgestaltig und in den mannigfaltigsten Richtungen sich zurückbewegend, nicht blos einander, sondern auch die ihnen entgegenkommenden primären Flutwellen überschreiten und kreuzen. Das führt zur Addition der Gipfel und Thäler an den tausendfältigen Begegnungsstellen, zur gegenseitigen Aufhebung an ebenso vielen andern, verdeckt natürlicherweise oft ganz die pri-

mären Wellen durch sekundäre und führt, was die Hauptsache ist, zu einer Verwischung der ursprünglichen Oszillation über alle Meere.

Obwohl nun diese Ursache sehr verwickelter Wellengestaltungen und hier und da anscheinend abnormer Seespiegelschwankungen als solche längst bekannt war, so kannte man doch bis vor ein paar Jahren einen äusserst wichtigen Umstand bei den Reflexionswellen der See so zu sagen gar nicht, nämlich ihre Dauer bis zum völligen Ersterben.

Ueber dieselbe hat uns ein grossartiger Naturvorgang belehrt, welchen sein glücklicherweise sehr sorgfältiger Beschreiber, Professor v. Hochstetter zu Wien, in Bezug auf seine Wirkungen auf die See sehr treffend „ein grosses Experiment der Natur zur Erhärtung der Wellentheorie“ genannt hat. Wir müssen diesem Gegenstande einen besonderen Abschnitt unseres Buches widmen.

II. Abtheilung.

Das Erdbeben in Peru im August des Jahres 1868 und seine Stosswellen. Resultate, aus letzeren hergeleitet.

In Folge der möglichst genauen und detailirten Berichte und Angaben v. Hochstetter's darf man von diesem Ereignisse überhaupt einen grossen Fortschritt im Verständnisse des Flutphänomens datiren, auch in andern als der gedachten Richtung, wie wir hier nachzuweisen versuchen wollen.

Wir werden mit Zugrundelegung der v. Hochstetter'schen Darstellungen unsern Lesern zunächst den Vorgang in kürzester Form beschreiben und sodann die uns hier wichtigen Folgerungen entwickeln.

Die erwähnten Berichte bildeten drei Vorträge vor der k. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien, von denen die beiden ersten, aus den Jahren 1868 und 1869, zusammengefasst im Jahrgange 1869, S. 222 ff. der „Geographischen Mittheilungen“ Dr. Petermann's enthalten sind, der letzte aber, aus dem Spätjahre 1869, als Separatabdruck uns durch die Güte des Herrn Verfassers selbst zugegangen ist.

1. Kapitel.

Der Vorgang des Erdbebens und seine Stosswellen.

Am Spätnachmittage des 13. August 1868, nach den meisten Angaben um etwa 5 Uhr 15 Minuten, erfuhr ein sehr ausgedehnter Strich des südamerikanischen Westufers, Peru, Bolivia und Chile angehörig, einen ersten heftigen, angeblich vertikalen Erdstoss, welchem unmittelbar während mehrerer Minuten andere Stösse in gleich furchtbarer Stärke, schwächere aber in grösserer Anzahl bis spät Abends nachfolgten. Die schauderhafte Wirkung, namentlich der ersten Erschütterungen, war bekanntlich der totale Ruin der Städte Islay, Arequipa, Moquegna, Tacna, Arica und Iquique, und unter ihnen scheint Arica, unter 70° 16′ westlicher Länge und 18° 28′ südlicher Breite, gerade in dem Winkel der an dieser Stelle einspringenden Küste gelegen, etwa die Hälfte der (wenn man so sagen soll) geknickten Sehne bezeichnet zu haben, welche das Landsegment des Stosskreises abschnitt. Nach der Ausdehnung dieses Landsegmentes, dessen Sehne etwa 210 geographische Meilen lang war, zu schliessen, war das offenbar kreisförmige Erschütterungsgebiet sehr gross, zu drei Viertheilen unterseeisch, und das eigentliche Stosszentrum fiel, wie aus bald anzuführenden Gründen unzweifelhaft hervorgeht, nahezu westsüdwestlich von Arica in den Ozean und von dieser Stadt an 90 geographische oder 300 Seemeilen entfernt.

Die Störung des Gleichgewichtes der Seegewässer innerhalb des Stosskreises pflanzte sich durch konzentrische Ringwellen nach Süden, Westen und Norden fort. Die Ringwellen liefen in südlicher und nördlicher Richtung an den süd- und nordamerikanischen Westufern entlang und schlugen nach Südwesten, Westen und Nordwesten hin sukzessive an immer mehr entfernte Inseln und zuletzt an die neuseeländischen, australischen und asiatischen Ufer an, allenthalben, mit Ausnahme einiger entferntester und geschützter Punkte, die gewöhnliche Hochwasserlinie bedeutend überschreitend und beinahe durchweg von äusserst verderblicher Wirkung begleitet. Nicht 24 Stunden Zeit waren verflossen, bis der ganze grosse Ozean, der Ausdehnung nach fast ein Drittel der ganzen Erdoberfläche, von den Wellenringen einmal durchlaufen war, und vier Tage vergingen, bis die letzten Spuren der gewaltigen Oszillationen verschwanden.

Was die Entstehungs- und Fortpflanzungsgestalt dieser Ringwellen betrifft, so geht schon aus den verschiedenen, von v. Hochstetter sehr sorgfältig gesammelten und zusammengestellten Berichten, unzweifelhaft aber aus einer

sogleich zu besprechenden mechanisch-graphischen Darstellung hervor, dass sie vollkommen dieselbe blieb. Eine Hubwelle oder, wie Russel sie nennt, forcirte positive Welle, ohne vorheriges Thal, war die allererste am peruanischen Ufer und, so viel bekannt, die allererste bei jedem Anschlagen der fortgepflanzten Wasserschwankung. Ihr folgte ein bedeutendes Wellenthal an den Ursprungsstellen bei Arica, Iquique u. s. w. sowohl, als auch an den verschiedenen Inseln und Ostufern des pazifischen Ozeans, und auf dieses erste Thal wieder stellte sich in mehrfacher Wiederholung allenthalben eine ungeheure Woge ein, welche die erste Hubwelle um das 5—8 fache an Höhe übertraf. Während nämlich bei Arica die letztere auf 8, bei Iquique auf 4 Fuss über der Hochwassermarke geschätzt wurde, schlugen dort nach dem ersten, zweiten, dritten u. s. w. Wellenthale Wogen von über 50 Fuss Höhe an die Küsten, und bei Islay, welches den Anprall von fünf solcher gigantischen rollenden Wasserberge hintereinander auszuhalten hatte, betrug die Höhe derselben, 1 1/2 Stunden nach dem ersten Stosse, noch 40 Fuss.

Natürlicherweise verloren diese Wellenringe an senkrechter Höhe nach Maassgabe ihrer Erweiterung und je nach den unterwegs gefundenen Widerständen, und sie erschienen also an je entfernteren und weniger frei liegenden Punkten desto weniger bedeutend. An den Samoa-Inseln, 5760 Seemeilen von Arica, wohin ein mit vielen kleinen Eilanden besetzter Weg führte, überstiegen die höchsten Flutgipfel schon nicht mehr 5 Fuss über der Hochwasserlinie. An den neuseeländischen Gestaden, 6120 Seemeilen von Arica entfernt, und wohin die Ringe freiere Bahn hatten, waren sie noch 10 Fuss hoch. An den australischen Ufern dagegen, in 7380 bis 7440 Seemeilen Abstand von der Ursprungsstelle, und auf dem geradesten Laufe wohin sich eben Neuseeland den Wellen quer in den Weg legte, war der höchste Störungsgipfel nur noch 1 Fuss 9 Zoll höher, als das vorhergehende Wellenthal nnd blieb um mehrere Zolle hinter der gewöhnlichen Höhe der kleineren täglichen luni-solaren Flutwelle zurück.

Wenn bei St. Pedro in Kalifornien, in 4320 Seemeilen Entfernung von Arica, noch am folgenden Tage, dem 14. August, die Ufer bis zu 63 Fuss über dem gewöhnlichen Niveau überschwemmt wurden, so kann das nur eine Interferenz-Erscheinung gewesen sein, dergleichen in nördlicher Richtung verschiedentlich den regelmässigen Verlauf der Stosswellen gestört haben müssen, da z. B. zu Callao, in nur 500 Seemeilen Abstand von Arica und noch innerhalb des Stossgebietes gelegen, nach vielen kleineren Wellen, erst um Mitternacht eine Ueberflutung des Ufers von 50 Fuss Höhe eintrat, also zu einer Zeit, als die Ringwellen in fast gleicher westnordwestlicher Richtung schon

bei den Sandwichsinseln angekommen waren, deren Entfernung von Arica 5400 Seemeilen beträgt.

An allen Punkten des ungeheuren pazifischen Meeres, von denen her Nachrichten über das Phänomen gekommen sind, konstatirte man, was für uns eine Hauptbedeutung hat, dass 60 Stunden bis 3 Tage lang das Meer in Aufregung blieb, die anfangs sehr stark war und erst ganz allmälig sich beruhigte.

Sämmtliche Angaben nun über die Zeit der ersten Ankunft der Stosswellen und ihre Höhe werden an Bestimmtheit und Zuverlässigkeit weit übertroffen durch eine schon berührte Mittheilung an Herrn v. Hochstetter seitens der Sternwarte zu Sydney in Australien, an welchem Orte eine ingeniös erdachte, sehr einfache Maschine die gewöhnlichen lunisolaren Oszillationen des Seespiegels verzeichnet und während des in Rede stehenden Erdbebenflut-Phänomens auch die Stosswellen genau der Zeit und Höhe nach registerirte.

Diese Maschine, auf welche wir weiter unten ausführlicher zurückkommen müssen, besteht, kurz gesagt, aus einem Schwimmer, dessen Steigen oder Sinken mit dem Seespiegel durch simple Verbindung vermittelst einer Kette und eines Rades auf einen Stift übertragen wird, welcher beiderlei Bewegungen in verkleinertem Maasse auf einen nach Stunden und Fussen vorher eingetheilten Papierbogen verzeichnet. Diesen wiederum verschiebt eine gewöhnliche Uhr um seine ganze Länge in zwölf Stunden, nach welcher Zeit der Bogen zurückgestellt wird, um in den folgenden zwölf Stunden mit einer neuen Kurve bezeichnet zu werden. Zu bequemerer Unterscheidung der beiden Kurven bei einer Diskussion wird die des hellen Tages durch einen blauen, die der Nacht durch einen rothen Stift gezogen.

Die hier beigefügte Tafel ist die getreue Wiedergabe der verkleinerten Kopie, welche v. Hochstetter seiner letzten eben erwähnten Mittheilung an die k. k. Akademie beifügte. Die Originalgrösse der Blätter von 0,38 Meter Höhe und 0,50 Meter Länge eignete sich nicht für ein Buch; ebenso wenig war die Originaleintheilung bis zu Zollen der Höhe und bis zu Strecken von 10 Minuten der Zeit bei der Kleinheit der Kopie ausführbar, wesshalb hier nur eine solche von Stunden und Fussen angebracht ist, erstere durch senkrechte, letztere durch wagrechte Linien hergestellt. Die Zahlen über den Quadratsystemen bezeichnen die Tages- und Nachtstunden, durch die Buchstaben A. m. und P. m. (ante meridiem und post meridiem) hinreichend deutlich unterschieden, dazu mit den betreffenden Daten versehen. Die sich durch

das Ganze hindurchziehende Kurve bezeichnet in ihrer Hauptgestaltung das Maass, um welches die Gezeiten innerhalb fünf Tagen den Seespiegel bei Sydney steigen und fallen machten, in der kürzeren Kräuselung aber die kleineren Schwankungen, welche derselbe durch die peruanischen Stosswellen erlitt.

Man ersieht also zunächst, dass die grossen Kurven der lunisolaren Flutwellen von einem Punkte an durch die Erdbebenwellen nur in viele kleinere zerknickt sind, dass also in Australien letztere im Vergleiche zu ersteren durch die Ausbreitung der Wellenringe und durch zahlreiche auf ihrem Wege hierher entgegenstehende Inseln schon ziemlich unbedeutend geworden waren. An ihrer Ursprungsquelle dagegen würde ein Flutmesser, wie der Sydney'er, die Stosswellen, wenn er sie überhaupt hätte verzeichnen können, als die bei weitem hauptsächlichsten dargestellt haben.

Wir müssen vor einer eingehenderen Betrachtung der Kurven noch auf den Umstand aufmerksam machen, dass bei denselben alles in Bezug auf steigende und fallende Seite umgekehrt liegt gegen den Sachverhalt in der Natur. Die lunisolaren Wellen steigen, wie oben besprochen, auf ihrer Westseite am steilsten an. Hier in ihren Bildern dagegen liegt die steilste Seite links oder nach Osten. Warum? — Die Maschine steht fest und ihr Mechanismus veranlasst eine Zählung der Stunden von links nach rechts, wie der Uhrzeiger läuft. Was also zuerst bei ihr anlangt, nämlich die Westseite der Wellenberge, wird zuerst verzeichnet, also links; was später kommt, also ihr Gipfel und ihre Ostseite, wird später notirt, also nach rechts. Die zuerst von Arica her in Sydney ankommenden Stosswellen, welche an ersterem Orte demnach die westlichsten waren, liegen auf der Zeichnung am östlichen oder linken Ende sämmtlicher Stosswellenknicke.

Nach diesen nothwendig scheinenden Vorbemerkungen können wir nun an die genauere Betrachtung der Stosswellen-Kurven gehen zum Zwecke zunächst des in der Ueberschrift dieses Kapitels Gesagten, des Verständnisses des Erdbebens selbst.

Die erste markirte Stosswelle ist eine Hub- oder positive forcirte Welle, ohne Thal vorher. Ihr folgt ein bedeutendes Thal, welches nur durch das Ansteigen der luni-solaren Kurve verflacht erscheint. Ungefähr 40 Minuten später erscheint eine zweite Woge von weit bedeutenderer Höhe, als die Hubwelle, ihr folgt ein noch tieferes Thal, als das erste, in abermals 40 Minuten Abstand vom vorigen Gipfel eine dritte Welle, darauf ein wiederum merklich

tieferes Thal und endlich ein vierter Wasserberg, der alle vorigen übertrifft, nach weiteren 40 Minuten.

Hier frappirt uns ein unerwarteter Umstand. Nach der bisherigen regelmässigen Schwankung des Seespiegels in bedeutendem Maasse bricht dieselbe plötzlich ab, und eine geringe, welche drei winzige Gipfel umfasst, tritt während ungefähr $1\,{}^1/_4$ Stunde an die Stelle der grossen. Nunmehr wieder, etwa $3\,{}^1/_2$ Stunden nach dem ersten Beginne der ganzen Störung, steigt plötzlich die See wieder auf und bildet einen gewaltigen Gipfel, dem wiederum in denselben Abständen von je 40 Minuten drei andere folgen, von welchen der zweite einen dreigetheilten Kamm trägt und in dem folgenden Thale noch einen kleinen Nebengipfel mitführt, der vierte aber, mit dem allertiefsten Thale vorher, alle andern an Höhe weit überragt, da er, trotzdem dass die luni-solare Kurve fällt, doch wieder zur Höhe seines Vorgängers ansteigt. Hinter ihm her fallen die Schwankungen zum zweiten Male plötzlich ab und erreichen erst 9 bis 10 Stunden später noch einmal eine ansehnlichere Amplitude, welche uns demnächst weiter beschäftigen soll.

Das war ein erstes Befremdendes und zwar war es so, weil wir zunächst nur die Meinung haben konnten, sämmtliche Oszillationen seien bloss von dem erschütterten amerikanischen Ufer direkt ausgegangen.

Ebenso wenig will ein anderer Sachverhalt mit dieser Meinung stimmen.

Wenn in Arica auf den ersten Stoss eine Hubwelle und nun in Zeitabständen von angeblich 20 Minuten bis zu einer halben Stunde drei riesige Wasserberge hintereinander an die Ufer schlugen, deren letzter also kaum zwei Stunden hinter dem ersten Erdstosse her erschien, wie konnte dann, müssen wir uns da fragen, in Australien erst der achte Gipfel der höchste sein und dort über fünf Stunden hinter dem Anfange der Oszillation liegen, wofern dieselbe lediglich von der peruanischen Küste ausging?

Man sieht, der Befund in Australien ist mit der Annahme, das Meer sei bloss vom Ufer aus gestört worden, unvereinbar. Wir müssen also nach einem anderen Thatbestande in Bezug auf die Art der Meeresstörung suchen.

Führt uns denn nicht vielleicht etwas in der Zeitfolge, der Anordnung und der Gestalt der ersten acht Hauptgipfel auf eine Lösung? Jede Gruppe von vier umfasst zwei Stunden. Sie sind in Australien alle um 40 Minuten von einander entfernt. In jeder ist der letzte der grösste. Der zweite der zweiten Gruppe hat eine dreigetheilte Spitze und führt einen kleinen Begleiter in seinem Thale nach, ein Beweis dafür, dass interferirende Wellen über ihn hinweggeschritten sind, die auf seiner Fläche kleinere Oszillationen

verursacht haben. Er ist zudem breiter, als seine Nachbaren, also wohl jedenfalls selbst eine Zusammensetzung mehrerer Wellen, die sich nur durch deren Anschlagen an's Ufer bilden konnte. Vielleicht sind sämmtliche vier Gipfel der zweiten Gruppe erst uferwärts gelaufen und erst reflektirt zurückgekehrt, vielleicht sind dagegen die vier der ersten Gruppe nie an das peruanische Ufer gelangt, sondern haben ihre Reise nach Australien von irgend einem von dort weniger entlegenen Punkte aus angetreten. In dem Falle wären die zwei Gipfelgruppen die genauen Abbilder von einander und hätten von einem unterseeischen Stosszentrum aus ursprünglich nach entgegengesetzten Richtungen ihre Reise begonnen, die eine nach Ostnordosten, die andere nach Westsüdwesten.

Mit diesem Raisonnement, dessen Resultat wir schon oben andeuteten, würde man wahrscheinlich zunächst doch nicht weit über das „vielleicht" hinauskommen ohne ein Hilfsmittel, welches uns v. Hochstetter in einem Kärtchen gegeben hat, das er seinem oben angeführten Aufsatze in Dr. Petermann's „Geogr. Mittheilungen" beifügte, und von welchem wir ein Stück hier kopiren.

Unser Stück umspannt das auf trockenes Land fallende Stossgebiet und vier der Kurven, durch welche v. Hochstetter die Orte des amerikanischen Westufers und des grossen Ozeanes verbunden hat, an denen zugleich die Stosswellen nach ihrer Reflexion durch die Küste anschlugen.

Da die Erdstösse als vertikal beschrieben werden und als solche ein Landsegment von 210 geographischen Meilen Sehne trafen, so mussten sie aus bedeutender Tiefe heraufkommen, demgemäss einen Kreis betreffen. Ergänzen wir nun das von v. Hochstetter abgegrenzte Erschütterungsfeld, welches von Caldera im Süden, der Andenkette im Osten und Cerro del Pasco im Norden begrenzt wird, zum Kreise, so fällt dessen Mittelpunkt in den Ozean und zwar an eine Stelle. bis zu welcher die Reflexionswellen erst $1\,^3/_4$ Stunden nach ihrem Ausgange von Arica gelangten; seine Peripherie aber schneidet die Meeresfläche westsüdwestlich etwa auf der Hälfte des Raumes zwischen der dritten und vierten v. Hochstetter'schen Stundenkurven, an einer Stelle also, bis zu welcher die Reflexionswellen von Arica aus $3\,^1/_2$ Stunden lang zu rollen hatten.

Dieses kreisförmige Erdbebenfeld als derartig affizirt gedacht, dass ringsherum eine erste Hubwelle entstehen musste (wie das denn untermeerisch allerdings gar nicht anders sein konnte), dass die Gewalt nach der Mitte hin zunahm und in derselben also ein Maximum erreichte, so werden unsere australischen Stosswellen rücksichtlich ihrer befremdenden

Konfiguration, ihres gegenseitigen Abstandes und der Zeiten ihrer Ankunft zu Nothwendigkeiten, woraus man wohl den Rückschluss ziehen darf, dass dem Stossgebiete wirklich die supponirte Lage, Grösse und Gestalt eigen war. Das Nachfolgende wird das ergeben.

Der erste Stoss erfolgte nach dem Dafürhalten v. Hochstetter's, welcher die verschiedenen in etwa abweichenden Angaben darüber sorgfältig verglich, um 5 Uhr 15 Minuten Arica-Zeit. In demselben Augenblicke entstand eine forcirte Aufwölbung des Meeres von der Ausdehnung unseres Kreises. Deren zentraler Gipfel sank demnächst in sich zusammen, an seine Stelle trat ein tiefes Thal, dann wieder ein Gipfel, ein abermaliges Thal u. s. w., ganz nach der Art des Vorganges an der Stelle eines Teiches, wo ein schwerer Stein hineingeworfen worden ist. Ringwellen liefen von da aus nach allen Seiten.

Bezeichnen wir das Zentrum mit C, den genau nach Sydney hin gelegenen Punkt der Hubgrenze mit S, den Ort des Arica-Ufers mit A, so lief eine Folge von Ringen in der Richtung C S, eine genau gleiche in der anderen C A. Die Folge nach C S war zwei Zeitstunden breit, denn so weit lagen Zentrum und westsüdwestliche Peripherie des Stossgebietes auseinander nach den Stundenkurven v. Hochstetter's. Die andere Folge nach C A war gleichfalls nahezu zwei Stunden breit, die Entfernung der Mitte von Arica. Beides stimmt genau mit den Zeitbreiten der zwei vierfachen Gipfelgruppen in Sydney. In dem Augenblicke, als die Folge C S ihre Reise antrat, wurde die Hubwelle A reflektirt und eilte über ihre Nachfolger hinweg der Folge C S nach. Sie befand sich in einem Abstande von $1^{3}/_{4}$ Stunden hinter der letzten und höchsten der direkt nach Australien eilenden Wogen und behielt diesen Abstand bei, wie die Sydney'er Kurven zeigen, bei denen ein gering bewegter Raum dieser Weite (von $1^{3}/_{4}$ Stunden) die zwei vierfachen Wellengruppen trennt. Er ist zwar an letzterem Orte anscheinend etwas enger, aber wenn wir uns die letzte Welle der ersten australischen Gruppe, welche also den zentralen Hub des Stosskreises repräsentirt, genauer ansehen, so finden wir, dass sie einen unregelmässigen Kamm trägt, also offenbar durch einen Doppelstoss entstand, dessen erste Hälfte oder verwaschener Gipfel genau $1^{3}/_{4}$ Stunden vor dem vordersten der zweiten Gruppe liegt. Wir finden dieses Gedoppelte auch bei dem zweiten Repräsentanten des Zentralstosses, dem vierten Gipfel der zweiten Gruppe und höchsten von allen, nur dass durch seine Reflexion am Ufer der Nebengipfel gleichsam von ihm herabgerutscht, die Gesammtfigur also verzerrt erscheint. Die Kräuselung des ruhigen Zwischenraumes

erklärt uns jeder Versuch bei einem Teiche. Stets bildet sich bei einem solchen eine kurze Folge von anscheinend gleich hohen, winzigen Wellen, welche den äusseren hohen Ringen nacheilen und die Ausgleichung des beunruhigten Spiegels darstellen. Die kleine Kräuselung setzt sich hier über drei der nachfolgenden (zweiten) vier Gipfel fort, welche unter ihr hindurchlaufen mussten, und von denen der erste und dritte ihre Spuren auf deren rechten Abhängen zeigen, der zweite aber auf seinem Kamme drei sehr deutliche Oszillationen trägt und eine mitten im nachfolgenden Thale mitführt. Die Zeit des ganzen Verlaufes der Oszillation bis zum achten Gipfel ergibt sich gleichfalls genau aus den v. Hochstetter'schen Kurven zusammen mit unserem Begrenzungskreise des Erschütterungsraumes. Die erste australische direkte Hubwelle ist $3^1/_2$ Stunden vor der zweiten reflektirten, wie Kurven und Kreis diese Zeit bemessen; sie ist $5^1/_4$ Stunden vor dem achten (reflektirten) Hauptgipfel, wie es gleichfalls auf's Haar mit diesen Linien stimmt, denn $3^1/_2 + 1^3/_4$ Stunde macht $5^1/_4$. Um des Lesers Verständniss vielleicht noch in zweckmässiger Weise zu Hilfe zu kommen, sollen hier einige zusätzliche Bemerkungen stehen.

Jede Reflexion von Wellen kehrt deren Ordnung um, d. h. was früher östlich lag, wird westlich, und umgehehrt; dagegen bleibt die Folge untereinander dieselbe wie vorher. Eine kleinere vorn oder hinten bleibt vorn oder hinten u. s. w. Wenn also hier Wellenringe mit ursprünglich umgekehrter Ordnung der Grösse von dem Zentralhube an auseinander gingen, so liefen sie, nach der Reflexion der ostwärts zum peruanischen Ufer laufenden Ringbogen, hinterher in gleich gerichteter Anordnung der Grösse über den Ozean nach Westen. Wenn wir durch Zahlenbezeichnung ihre Grösse und Reihenfolge andeuten, so liefen sie zuerst auseinander wie 1, 2, 3, 4 — 4, 3, 2, 1, und durcheilten hinterher das pazifische Meer wie 1, 2, 3, 4 — 1, 2, 3, 4. In dieser Aufeinanderfolge mussten sie also zu Sydney ankommen, wie das die Kurven besagen.

Wenn Wellen in eine Einbuchtung hineinlaufen, so werden sie durch den stets abnehmenden Raum seitlich, und durch den ansteigenden Meeresboden senkrecht zusammengedrängt, daher jäher. Zufolge dessen sehen wir denn hier sämmtliche vier reflektirten Wellen höher, als sämmtliche vier direkten, denn sie haben in der Bucht von Arica diese Steigerung erfahren müssen.

Ebenso wird durch jedes Anschlagen an's Ufer der Gang einer Welle verzögert, weil der Boden in seiner Nähe steigt und weil von seiner Tiefe unter dem Wasser die Velozität der Welle abhängt. In einer Einbuchtung

kommt zu dieser Verzögerung noch eine zweite hinzu, diejenige durch den Widerschlag seitlich abprallender Wellenstücke. Verschiedene aus einer Bucht zurückkehrende reflektirte Wellen werden also hinterher in grösseren Abständen von einander rollen, als in der Bucht selbst, so wie sie auch vor ihrer Reflexion über grösserer Tiefe in weiteren Abständen einander folgten. Unser Kärtchen zeigt das sehr deutlich durch die meerwärts stets zunehmenden Abstände der Stundenkurven. Diese Verschiedenheit der Länge der Stundenstrecken berührt aber nicht die Abstände in der Zeit, und wenn daher in Australien Zeiträume von je 40 Minuten die Gipfel der zunächst dort anschlagenden zwei Wellengruppen trennen, in Arica aber angeblich nur solche von 20 bis 30 Minuten, so muss das auf ungenauer Beobachtung an letzterem Orte beruhen, die auch bei der aufregenden Katastrophe wohl nur möglich war.

Durch den von uns hier entwickelten Sachverhalt in Bezug auf die Grösse und Kraftvertheilung des Stosskreises wird denn auch noch der oben berührte räthselhafte Umstand erklärt, dass erst um 10 Uhr Abends Pisco und die Chincha-Inseln, nur 450 Seemeilen nordwestlich von Arica, und um Mitternacht Callao, welches von Arica zirka 500 Seemeilen nordwestlich abliegt, eine höchste Welle ankommen sahen. Die vom äussersten westsüdwestlichen Ringe des Stossgebietes und von der ersten dortigen Hubwelle auch natürlich uferwärts gehenden Oszillationen, durch Zusammendrängung in dem Winkel von Arica an Höhe gesteigert, schlugen dort erst um $5^{1}/_{4}$ Uhr $+$ $3^{1}/_{2}$ Stunde, also ehestens um etwa 9 Uhr Abends an (wahrscheinlich aber etwas später wegen der Verzögerung in seichterem Meere), und brauchten nun, reflektirt, wieder mindestens 1 Stunde bis Pisco, und 2 Stunden, um bis Callao zu kommen, vermuthlich aber mehr oben wegen der besprochenen Retardation am Ufer entlang. Da nun wiederholte Erdstösse im Laufe des Abends vielfältig neue Wellen erregten, die alle, reflektirt, starke Steigerung erfuhren, so lässt sich durch die nothwendig mannigfache Interferenz solcher Wellen mit früheren eine örtlich sehr bedeutende Wassererhebung zu so später Zeit leicht verstehen.

Mit den Sydney'er Kurven, was wir schliesslich eben erwähnen wollen, stimmen auch die freilich sehr ungefähren Angaben von Honolulu (Sandwich-Inseln), von woher allein derlei aus grosser Ferne existiren, indem auch sie von einem etwa 3 Stunden vor der Hauptwelle hergehenden gestörten Seespiegel berichten.

2. Kapitel.

Die Stosswellen des 1868er Erdbebens verbreiteten sich gleich schnell mit den lunisolaren Ausgleichungswellen.

Bei weitem wichtiger, als für das Verständniss des Erdbebens, waren die Kurven des Sydney'er Flutzeigers für die Bereicherung unserer Kenntniss des täglichen Flutphänomens selbst. Sie belegten den in der Ueberschrift dieses Kapitels genannten Sachverhalt, welcher zwar schon früher angenommen, wenigstens mit ziemlicher Gewissheit vermuthet wurde und sich auch aus den v. Hochstetter'schen Berechnungen der Stosswellen-Geschwindigkeit ergibt.

Die Hauptstosswelle, welche nach v. Hochstetter's Feststellungen und unsern Darlegungen im vorigen Kapitel am 13. August um 5 Uhr 15 Minuten + $1^3/_4$ = 7 Uhr Abends (Arica-Zeit) ihre Reise nach Westen hin über den Ozean antrat, langte selbigen Tages, eine halbe Stunde vor Mitternacht bei der Insel Oparo oder Rapa, eine kurze Strecke über die Hälfte des Weges nach Australien hinaus gelegen, und, nach den Kurven, um $7^1/_2$ Uhr des nächsten Morgens in Sydney an. Sie hatte bis Rapa also 9 Stunden 26 Minuten, bis Sydney 21 Stunden 40 Minuten gebraucht. Ihre Ankunft in Rapa ereignete sich zwar nur um $4^1/_2$ Stunden später am Tage, bei Sydney nur um $12^1/_2$ Stunden nach ihrer Abreise von Arica, aber sie war mit der Sonne gewandert, und diese gebraucht selbst bis Rapa 4 Stunden 56 Minuten, bis Sydney 9 Stunden 10 Minuten, welche Zeitunterschiede also in jedem der beiden Fälle zu der Reisedauer nach Westen hin zuzufügen sind. (Es muss hier auch wohl noch bemerkt werden, dass uns die Daten, Abreise am 13. August von Arica, Ankunft am 15. August Morgens in Australien, nicht irre machen dürfen. Eine kurze Strecke östlich von Neuseeland liegt der 180. Grad der östlichen Länge von Greenwich, von welchem an westlich man das Datum um einen Tag steigert; es ist das eine rein konventionelle Sache, die uns hier nur in so weit angeht, als sie bei dem uneingeweihten Leser zu einem Missverständnisse führen könnte. Wir dürfen für unsere Betrachtung immerhin die Daten der australischen Kurven um 1 Tag herabsetzen.)

Die Gesammtheit der ersten acht Stosswellen nun, von der Anfangs-Hubwelle um 2 Uhr 10 Minuten früh Morgens bis zur grossen um $7^1/_2$ Uhr,

wurden in Sydney von der dortigen lunisolaren Welle getragen, so, dass die Anfangs-Hubwelle stark 3 Stunden vor, die grosse Welle 2 Stunden nach Hochwasser lag. Dieses Hochwasser trat bei Sydney um etwa 5 $^1/_2$ Uhr Morgens ein.

Wie hatten nun die Stosswellen am südamerikanischen Westufer auf der lunisolaren Welle gelegen? Ganz auf dieselbe Weise, oder waren sie auf ihrer Reise nach Australien in Bezug auf ihre Unterlage verschoben worden?

Wir können uns darüber leicht unterrichten, wenn wir die Ephemeriden des Mondes wegen der Zeit und die Schiffernotizen über die Hafenzeit an der Ursprungsstelle der Stosswellen befragen.

Am 11. August um 7 $^1/_2$ Uhr Morgens nach Arica-Zeit war der Mond in's letzte Viertel getreten. Am 18. August, 15 Minuten nach Mitternacht (Arica-Zeit), trat, zugleich mit einer im grossen Ozeane und in Asien sichtbaren Sonnenfinsterniss, der Neumond ein. Aus der Finsterniss folgt, dass der Mond dicht an einem seiner Knoten stand (den er am folgenden 5. October genau erreichte), beim Neumonde also gleiche Deklination mit der Sonne hatte. Die Sonne aber durchläuft Mitte August eine scheinbare Tagesbahn, welcher etwa 13 Grade nördlicher Deklination zukommen. Zu dieser Deklination gelangte demnach auch der Mond am 18. August. Am 13. August, dem Tage des Erdbebens, stand er also um 5 Tage seiner Bahn westlich von seiner grössten nördlichen Deklination. Da nun zirka 7 Tage seiner Bahn vor diesem Neumonde gerade auf den Aequator treffen, so folgt, dass er zur Zeit des Erdbebens ein wenig, etwa 3 Grade, nördlicher Deklination hatte.

Da der Mond am 18. August als Neumond mit der Sonne kulminirte, so passirte er 5 Tage vorher um 5 mal 49 Minuten = 4 Stunden 5 Minuten vor Mittag den Meridian von Arica, also kurz vor 8 Uhr Morgens.

Nun ist die Hafenzeit von Arica etwa 9 Stunden, da sie sich nach Whewell's Angaben in Coquimbo, südlich von Arica, zu 9 Stunden 40 Min. notirt findet, und bei der ostsüdöstlichen Richtung der lunisolaren Ausgleichungswellen etwa nur 40 Minuten weniger auf Arica kommen, weil sie beim Einrollen in den Winkel verzögert werden. Folglich fiel das Hochwasser am Tage des Erdbebens nahe an oder genau auf 5 Uhr Nachmittags, also kurz vor die erste sich reflektirende Hubwelle und 2 Stunden vor die grosse Zentral-Stosswelle um 7 Uhr. Da ferner die direkt nach Westen eilenden westlichen Ringwellen des Stossgebietes gleich bei ihrem Entstehen so lagen, als hätte die erste schon einen Weg von etwa

$3^1/_2$ Stunden, die zweite einen von 2 Stunden 50 Minuten, die dritte einen von 2 Stunden 10 Minuten, die vierte einen von etwa $1^1/_2$ Stunden von Arica her gemacht, so lagen sie auf der westlichen Böschung der lunisolaren Welle so, als wäre die erste um $1^3/_4$ Uhr, die zweite um 2 Uhr 25 Minuten, die dritte 3 Uhr 5 Minuten, die vierte um 3 Uhr 45 Min. abgelaufen.

Demnach legten sich die Stosswellen bei ihrem Entstehen und resp. Reflexion am peruanischen Ufer genau so auf die lunisolare Welle, wie sie sich noch in Sydney auf derselben fanden. und ihre Ganggeschwindigkeit war also genau dieselbe der letzteren gewesen.

Diese Gewissheit der gleichen Geschwindigkeit beider Wellenarten hat übrigens auch noch eine andere Stütze, welche zudem uns einen bedeutsamen Aufschluss über die besondere Natur australischer Lunisolarwellen an die Hand gibt.

Dem längst durch Beobachtung und theoretische Erklärung festgestellten, oben besprochenen Umstande gemäss, dass im Sommerhalbjahr einer Hemisphäre die Tagesfluten die höchsten sind, im Winterhalbjahre die Nachtfluten, war auch die erste durch die Erdbebenstörung gekräuselte lunisolare Welle bei Arica die niedrigere Tageswelle, als dem südlichen Winterhalbjahre angehörig. Die niedrigere der beiden Tageswellen aber trug auch die ersten Stosswellen nach Sydney, folglich war sie identisch mit der jene empfangenden lunisolaren Welle. Durch die Versetzung nach Australien aber, nach $21^2/_3$ -- $9^1/_6$ = $12^1/_2$ Stunden, musste ihre Lage in der Tageszeit umgekehrt, d. h. sie musste niedrigere Nachtwelle und ihre $12^1/_2$ Stunden spätere Nachfolgerin die höhere Tagesflut werden. So ist nun der Befund nach den v. Hochstetter'schen Sydney'er Kurven, woraus hervorgeht, dass sie zur Zeit des Erdbebens, also im Winterhalbjahre der südlichen Halbkugel, nicht so viel Zusatz an primären Wellen erhielten, um ihre Höhenverhältnisse erheblich zu ändern, dass dieser also sehr klein war, wie es bei der augenblicklichen Stellung der beiden fluterregenden Gestirne denn auch nicht anders sein konnte.

Ueber die Höhen- und Zeitverhältnisse der ost-australischen Lunisolarwellen, rücksichtlich derer sich bis jetzt nur einander widersprechende Angaben Cook's und anderer (siehe Whewell's Abhandlung im Texte zu Berghaus' physik. Atlas, S. 47) gegenüber standen, werden wir uns in einem folgenden Abschnitte belehren können. Dass an den australischen Ost- und Westufern ganz verschiedene Verhältnisse in dieser Beziehung obwalten müssen, wird sich bald herausstellen. Die Wellentheorie erhält durch den Nachweis

gleicher Schnelligkeit bei Lunisolar- und Stoss-Wellen eine nicht unerhebliche Berichtigung, die nämlich, dass es bei deren Bewegung nicht auf die Höhe und deren Verhältniss zur Meerestiefe, sondern wohl nur auf die Gestalt, d. h. das Verhältniss ihrer Höhe zur Breite ankommt, am Ende lediglich auf die Breite. Am peruanischen Ufer waren die Stosswellen, bei Australien die Lunisolarwellen die grösseren. Ihre Breite änderte sich aber nicht, wie es denn auch ihre Ganggeschwindigkeit gegenseitig nicht that.

3. Kapitel.

Die Dauer der Ausgleichung der lunisolaren Flutwellen.

Nachdem es durch die Kurven des Sydney'er Flutzeigers zur Zeit des 68er Erdbebens klar geworden ist, dass die täglichen lunisolaren Flutwellen sich mit derselben Geschwindigkeit über den Ozean verbreiten, wie die zufällig erregten Stosswellen es thaten, können wir zu einem für das richtige Verständniss des Flutphänomens äusserst wichtigen Schlusse übergehen, durch welchen eine bisher allgemein geltende grundirrthümliche Ansicht beseitigt wird, die dazu schon immer in einem augenfälligen Widerspruche mit der ganzen Theorie Newton's stand. Sie lautete: „Nur im südlichen pazifischen Ozeane werden von Mond und Sonne primäre Wellen erregt, und sie allein, indem sie sich von da aus über alle Meere verbreiten, erregen allenthalben die Fluterscheinungen sekundär, d. h. durch ausgleichende Oszillation. Daher kommt es, dass in europäischen Meeren, an den Küsten von Frankreich und England z. B., die höchsten Fluten nicht an den Tagen des Neu- und Vollmondes, wie es die Theorie erfordern würde, stattfinden, sondern erst $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Tag später, je nach der mehr oder weniger entfernten oder abgeschlossenen Lage der Oertlichkeiten oder nach den Hindernissen, welche sich den ausgleichenden Flutwellen entgegensetzen, als da sind vielfach gebrochene Ufer, seichtes Wasser etc., etc.

So weit die 68er Stosswellen sich wirksam ausbreiten konnten, d. h. also über den immensen stillen Ozean, dauerte auch die Unruhe des Seespiegels längere Zeit. Die Nachrichten darüber waren aber nur unbestimmt in Betreff des Endes aller Störung und des Wiederbeginnes völliger Ruhe. In den australischen Kurven dagegen erhielten wir ein genaues Maass dieser zufällig erregten und vorübergehenden Beunruhigung. Sie erstreckte sich

bis auf den vierten Tag und in allerletzten Spuren wahrscheinlich noch über denselben hinaus, war aber an den beiden ersten Tagen stark, am dritten noch sehr deutlich über den ganzen Zug der Flutwellen hin und am vierten noch unverkennbar auf den Flutgipfeln vorhanden*).

Es leuchtet ein, dass der grosse Ozean, mit seiner mächtigen Fläche und seinen im ganzen einfach gestalteten Ufern, ein günstiges Feld für eine lange Dauer hin- und hergehender Wellenkräuselung war, und dass im atlantischen Ozeane ein gleicher Vorfall wohl bälder ein Ende finden würde, theils wegen seiner grösseren Enge, theils wegen vielfach gewundener

*) Dass gerade auf den Flutgipfeln die letzten Spuren der Stosswellen-Kräuselung zu bemerken waren, ist dieselbe Erscheinung, welche sich an den täglichen australischen Flutkurven, nach einer uns von Herrn Russell übersandten Original-Zeichnung der Maschine zu Newcastle und seinen schriftlichen Mittheilungen darüber, stehend findet. Alle die kleinen Oszillationen, durch den Wind und die letzten Reste der Wellenausgleichung veranlasst, sind auf den Gipfeln am höchsten und auch mitten in den Thälern bedeutender. Der Sachverhalt erklärt sich leicht aus dem oben Besprochenen über die Entstehungsart der Flutaufwölbungen und deren Zusammendrängung durch Reflexion.

Wenn wir in ein langsam fliessendes Gewässer einen Stein werfen, so sehen wir die Wellenringe sich sofort in der Richtung des Fliessens elliptisch verlängern. Das sich fortbewegende Wasser zieht die Kreise im Sinne der Fortbewegung etwas aus, verflacht ihre Erhebung also jedenfalls auch in demselben Maasse. Ganz so ist es mit der stetigen Kräuselung des Seespiegels durch Wind, Flutausgleichungen und in unserem Falle durch die Stosswellen. Der Zusammenfluss des Meerwassers nach dem Zentrum der lunisolaren Hebungskreise hin verflacht die Kräuselung bis zum Gipfel, lässt sie aber auf demselben ungemindert, da er dort nicht mehr stattfindet. Der Abfluss ebnet sie wieder etwas und lässt sie abermals ungestört im Ebbethale. Durch jedes Anschlagen an's Ufer werden nun noch diese Effekte gesteigert vermittelst der Zusammenschiebung der Oberflächen während langsameren Ganges und Einzwängung in Einbuchtungen. Bei dieser Gelegenheit wollen wir auch der zweiten Gruppe besonders hoher Stosswellen gedenken, welche über die zweite australische Lunisolarwelle hin liegen.

Nach den auf der v. Hochstetter'schen Karte gezogenen Kurven gleicher Flutwege beträgt die Zeit vom Westufer Neuseelands bis Australien etwa 4½ Stunden. In dem doppelten Zeitraume also laufen Wellen von der Ostküste Australiens bis Neuseeland und zurück. Die langgestreckte neuseeländische Westküste ist aber eine sehr vollkommene Reflexionsbasis und gibt treue Wellenbilder zurück. Die höchste Stosswelle um 4 Uhr 15 Min. p. m. am 15. August liegt nun fast genau 8½ Stunden hinter der höchsten Welle um 7 Uhr 30 Min. a. m .und ist also eine nur etwas verkleinerte Wiederholung derselben, so wie alle ihre Begleiter denen der letzteren gleichen bis auf die Umgestaltung durch verschiedene Lage auf der Lunisolarwelle und durch Interferenz.

Küsten; es ist ebenso klar, wie aus einer späteren Betrachtung hervorgehen wird, dass gerade die östlichen Gestade Australiens ein günstiges Beobachtungsfeld der Oszillationen waren; aber man kann getrost annehmen, dass auf jeder anderen grossen Seefläche die Unruhe auch zwei bis drei Tage angedauert haben würde.

Aus der Gleichbewegung der Stosswellen mit den lunisolaren stellt sich als gewiss heraus, dass auch die letzteren von jedem Tage ihrer Erregung an 2 bis 3 Tage brauchen werden, ehe sie in ihren letzten Störungs- oder Ausgleichungsspuren verschwunden sind, weil sie noch dazu nicht bloss von einer kleinen Stelle, wie unsere 68er Stosswellen, ausgehen, sondern von einer breiten erhöhten Fläche, die selbst innerhalb 24 Stunden einen Kreislauf um die Erde macht.

Wenn das aber der Fall, so ist die Lehre von lediglich südpazifischen primären Flutwellen abgethan, und tritt die Theorie Newton's in ihr volles Recht, welche allenthalben, wo die Hebungskreise von Sonne und Mond wirksam passiren, d. h. auf allen grossen Meeresflächen innerhalb eines Erdgürtels von 30 bis 40 Graden Breite zu beiden Seiten des Aequators, primäre Fluten verlangt.

Es sind allerorten, wie sich das in einem folgenden Kapitel aus der Betrachtung der Konfigurationen der Ozeane noch deutlicher ergeben wird, wie es aber schliesslich die in einer ferneren besonderen Abtheilung dieses Buches vorzuführenden Flutkurven eines ganzen Jahres definitiv bestätigen, alle täglichen lunisolaren Fluten zusammengesetzt aus primären und sekundären der letztvergangenen 2—3 Tage, und wird durch diesen Umstand ihre grösste und geringste Gesammthöhe (oder vielmehr die eines jeden Tages) von dem Tage der Erregung höchster oder niedrigster Primärfluten (d. h. aller Primärfluten) auf 2—3 Tage später verschoben, und das nicht blos in den europäischen Meeren, sondern in gleicher Weise über die ganze Erde hin, soweit es die offene See betrifft.

An den Tagen des Neu- und Vollmondes finden wirklich die höchsten Primärfluten statt, aber zu ihnen werden Reflexwellen hinzugefügt, welche 2—3 Tage zurückdatiren, also von geringeren Primärfluten herrühren. Die Gesammtsumme kann also nicht die höchste sein. Erst 2—3 Tage später, wann die Primärfluten zwar ein wenig abgenommen, dafür aber die Reflexwellen der höchsten Primärfluten von 2—3 Tagen vorher als Zufügungen bekommen haben, tritt das höchste Hochwasser, die Springflut ein. Ebenso findet nicht an den Tagen der Quadraturen, wann die niedrigsten Primärfluten erregt werden, das niedrigste Hochwasser, die Nippflut

statt, weil noch die Additionen von 2—3 Tagen vorher hinzukommen, auf welche höhere Primärfluten fielen, sondern erst 3—4 Tage später, wann zwar die Primärfluten wieder etwas gewachsen sind, aber nur die kleineren Reflexwellen der niedrigsten Primärfluten empfangen.

Wir haben gesagt, das gelte vom offenen Meere, weil wir nicht die Flutverzögerungen meinen können, die durch enge Kanäle und in durch Inseln behinderten Zugängen eintreten; aber auch an allen Orten dieser Art sind die Fluten um 2—3 Tage jünger, als man bisher geglaubt hat.

Diese Schlussfolgerung aus den Sydney'er Stosswellen-Kurven von 1868 führt uns nun zum folgenden

4. Kapitel.

Die Whewell'sche Isorachienkarte ist wesentlich falsch.

Es kann und soll nicht unsere Absicht sein, die grossen anderweitigen Verdienste dieses Gelehrten um das Verständniss des Flutphänomens, wie sie in seiner von dem grössten Fleisse zeugenden „Abhandlung über die Flutwellen", im Texte zu Berghaus' physikalischem Atlas enthalten, uns entgegentreten, schmälern zu wollen. Wir haben nur zu konstatiren, dass Whewell, von einem falschen Prinzipe ausgehend, zu falschem Schlusse gelangte, oder vielmehr so eine schon vor ihm bestehende Ansicht graphisch darzustellen versuchte in der Karte über die sogenannten Isorachien, d. h. Linien, welche Meeresgegenden gleichzeitiger gleicher Fluthöhen und deren Fortbewegungs-Geschwindigkeit darstellen sollen.

Es muss auch dabei von vornherein gesagt werden, dass vor dem grossen Experimente der Natur im Jahre 1868 und seiner gründlichen Betrachtung durch v. Hochstetter jede Korrektur des falschen Prinzipes, die jetzt thatsächlich geworden ist, nur hypothetisch gewesen wäre, dass also eigentlich nur die falsche, dem Augenscheine entwachsene Idee möglich war, wenn freilich die Untersuchungen Lubbock's schon auf die Irrigkeit alleiniger südpazifischer Primärfluten hätten führen können, wie sogleich angegeben werden wird.

Die falsche Ansicht aber hatte sich folgendermaassen gebildet: Weil an den englischen und französischen Gestaden, welche an die offene See stossen, die höchsten Fluten beobachtet werden, nachdem Neu- und Vollmond ein paar Tage vorbei sind, die tiefsten ein paar Tage hinter den

Quadraturen her, so glaubte man ihren Erregungsheerd an eine entfernte Stelle des Ozeans verlegen zu müssen, von woher sie, um bis in den nordatlantischen Ozean zu gelangen, zwischenzeitlich eilten.

Weil nun aus den Hochwasser-Notizen der südlicheren Ufer, also Spaniens, der Kanarischen, Kapverdischen Inseln, Neuguineas etc. etc. hervorging, oder hervorzugehen schien, dass die Flutwelle wohl nur etwa 12 Stunden Zeit gebrauche, um die ganze Länge der beiden atlantischen Becken nordwärts zu durchrollen, so musste die Ursprungsstätte der Erregung weiter verlegt werden.

Weil ferner, nach der Theorie Newton's, die Flutwelle dem scheinbaren täglichen Laufe des Mondes und der Sonne folgen muss, also aus Osten herkommt, so legte man ihren Weg weiter zurück um das Kap, durch den indischen Ozean.

Weil auch dort wieder, nach den Schiffernotizen, nur höchstens 12 Stunden Verlaufszeit von Osten nach Westen herauskommen, so konstruirte man die Wellenbahn noch weiter östlich zurück, südlich um Australien herum, bis in das grosse Weltmeer, und indem man über dessen ganze Breite südlich des Gleichers etwa einen Tag Fortpflanzungszeit für die Flutwelle fand, kam man dazu, zu sagen: An den südamerikanischen Westufern entstehen einzig und allein primäre Wellen, welche von da aus das Erdenrund oszillatorisch umkreisen und in zwei Tagen bis Brest, Landsend und Plymouth gelangen, von wo sie dann, durch krumme und enge Wege stark verlangsamt, in entsprechend späteren Zeiten in die Nordsee etc. gelangen.

Das war die leitende Idee bei der Konstruktion der Isorachienkarte Whewell's, wie sie, mit einigen Zusätzen Berghaus' versehen, in dessen physikalischem Atlas unter der Nummer I. der 2. Abtheilung: Hydrographie, enthalten ist.

Aus dieser Karte selbst nun, ganz abgesehen von unserer voraufgehenden thatsächlichen Widerlegung des in ihr dargestellten leitenden Prinzipes, ganz abgesehen auch von einem in der Sache selbst liegenden gegensätzlichen Grunde (Abnahme der Wellenhöhen auf einem solchen Wege), geht ihre Unrichtigkeit hervor, was wir hier in der Kürze nachzuweisen gedenken. Man sehe sich die nebenstehende verkleinerte Kopie der Whewell'schen Isorachienkarte an und folge unseren Bemerkungen über dieselbe.

Nach ihren Kurven (und zugehörigen Angaben im Berghaus'schen Texte) bewegen sich die Flutwellen, aus dem grossen Ozeane kommend, mit geringer Schnelligkeit und Energie zwischen Australien und Neuseeland hindurch, noch viel schwächer südlich um Neuseeland herum, in diesem

Zuge sogar wieder um die Südspitze Neuseelands in vorgedachten Kanal hinein und nordostwärts in das pazifische Meer zurück. An den Südküsten Australiens konstatirt Whewell nach Beobachtungen englischer Seefahrer interferirende Fluten, also westlich und östlich vorschreitende zugleich, und — was seine Ansicht über den $2^{1}/_{2}$ Tage langen Weg europäischer Flutwellen sofort umwirft — höchste Fluten am 3ten, selbst 4ten Tage nach Neu- und Vollmond. Nahe an ihrer angeblichen Ursprungsstelle also sollen schon die Primärwellen 2 bis 3 Tage gelaufen sein. An der Westküste Australiens geht die Flut nordöstlich, also auf den grossen Ozean zu, welcher um die Nordküste Australiens herum und zwischen grossen und kleinen Sundainseln hindurch nur höchst schwächliche und langsame Fluten sendet, die von denen des indischen Ozeans völlig zurückgedrängt werden und mit ihnen abnorme Interferenzwellen erzeugen. (Siehe Whewell's Abhandlung, S. 48.) Von Süden, man weiss nicht, woher und wesshalb, — da bekanntlich die Eismeere wegen der Schollen und Packeismassen nur sehr schwache Flutoszillationen gestatten — schiessen nun doch Kurven mit sehr weiten Abständen in den indischen Ozean nordwestlich hinein, welche also eine ungewöhnlich grosse Laufgeschwindigkeit der Fluten bezeichnen. Sie drängen sich südöstlich von Madagaskar plötzlich wieder zusammen, verlangsamen also ihren Lauf auffallend ohne sichtbaren Grund, da das Meer inselfrei und tief ist, stürzen aber nichtsdestoweniger um das Kap herum wieder mit enormen Stundenschritten den südatlantischen Ozean hinauf. Dort sind die Kurven, wie auch eingestandener Maassen im zentralen Theile des indischen Meeres, eine reine Hypothese des Urhebers, da ihm fast keine Notizen als Anhalt dienen konnten. Fast ebenso wenig haben ihn die wirklich vorhandenen Flutzeit-Angaben an der Westküste Afrikas hin geleitet, denn da sie dem Konstruktor der Isorachien nicht in sein System einer stetig nordwärts rollenden, angeblich abgelenkten Welle passen wollten, so ignorirte er sie zum Theil als falsch oder unzuverlässig und verlegte dazu die Kurven in Rücksicht auf angeblich wirklich benutzte Notizen der Art, dass beiderlei kaum mehr als entfernt stimmt, alles das, um ein Falsches als richtig erscheinen zu lassen. So kümmert er sich z. B. wenig um die angegebenen Flutstunden bei St. Helena und Aszension und hält sie für ungenau wegen der mangelnden Menge der Beobachtungen. Die Notizen an der südamerikanischen Ostküste passen ihm besser, daher beachtet er sie bis auf ein paar, welche auch dort sich widerspenstig zeigen.

Nun ergibt sich, dass, wenn man im südatlantischen Ozeane zentralen

primären Wellen das Uebergewicht über von Süden und Norden her eindringende sekundäre gestattet, beim Busen von Guinea eine unvermeidliche Konvergenz eindringender und Divergenz reflektirter Wellen berücksichtigt, an der amerikanischen Ostküste das Kap Frio als einen nothwendigen Divergenzpunkt auffasst, die Notizen ringsherum alle und auch bei St. Helena und Aszension passen, woraus denn wohl schon deutlich genug sich die Unwahrheit der Whewell'schen Isorachien ergibt.

Ein Gleiches ist wieder der Fall im nordatlantischen Becken, wo Whewell sich genöthigt sieht, wegen der dichteren und sichereren Flutzeit-Angaben nahezu vollkommene Ringkurven an allen Ufern entlang zu ziehen, für die hohe See zwar den Lauf nordwärts beibehaltend, aber mit so weiten Stundenschritten, dass dieselben auf keine Weise motivirt erscheinen können, und das Ganze einen zentralen Ursprung aller Wellen unabsichtlich graphisch darstellt.

Im östlichen grossen Ozeane kann nichts deutlicher für den Ursprung der Flutwellen in den mittleren Theilen des gewaltigen Beckens reden, als die sehr gute Liste der Hochwassernotizen an der langen amerikanischen Westküste entlang. Die Isorachien bewegen sich dort auf der südlichen Halbkugel alle nach Südwesten, auf der nördlichen nach Nordosten, in äquatorialen Breiten nach Osten. Alles übrige ist rein hypothetisch.

Man kann also das bei Whewell Gegebene, in so weit es indisches und atlantisches Meer betrifft, unmöglich als das Richtige anerkennen, wird vielmehr durch das Gezwungene darin, besonders durch die riesigen Schritte der Fluten im Inneren der Becken, schon sogleich in der gegentheiligen Ansicht bestärkt, dass in jedem der vier grossen Wasserkomplexe für sich allein Primärfluten erzeugt werden, die allerdings wohl an den Verbindungsstellen der Seeflächen einander kreuzen und Interferenz-Erscheinungen erzeugen, wie südlich und nördlich von Australien, im übrigen aber für sich von Ufer zu Ufer während mehrer Tagen hin und her laufen, bis sie ersterben.

So verlangt es ja auch die Theorie Newton's, welche doch den Schlüssel zum Verständnisse des Flutphänomens geliefert hat.

Der zu Täuschungen führende Sachverhalt mehrtägiger Wellenreflexion ist aber, wie vorhin auseinandergesetzt, nun nicht länger einer richtigen Auffassung im Wege, und Newton's grosses Gesetz tritt auch in Bezug auf das Flutphänomen in seine volle und unbestrittene Geltung.

Der oben berührte, nach unserer heutigen Kenntniss in der Sache selbst

liegende Widerspruch gegen die weitentlegene Herkunft unserer nordatlantischen Flutwellen ist schliesslich folgender:

Nachdem uns die 68er Erdbebenwellen gezeigt haben, wie sie im Verlaufe von 10 bis 20 Stunden, bloss in Folge ihrer Verbreitung von einem kleinen Bereiche aus nach allen Seiten, allenthalben da, wo sie ohne grosse Zusammendrängung und Interferenz anschlugen, von über 50 Fuss Höhe auf die von 10 und 5 Fuss herabgesunken waren, kann man nicht mehr annehmen, dass lunisolare Primärwellen von nur 3 bis 4 Fuss Höhe, gleichfalls nach der alten Ansicht von einer verhältnissmässig kleinen Stelle ausgehend, nach 2 bis 3 Tagen und nothwendig vielfach gehemmtem Gange noch so bedeutend sein könnten, um durch Zusammenpressung und Ueberschiebung Sekundärwellen von 20facher Originalhöhe, wie die in der Fundy Bay sind, zu erzeugen.

Was die gedachte, aus Lubbock's Arbeiten hervorgehende ältere mögliche Korrektur der irrigen Auffassung angeht, so ist sie die nachstehende:

Lubbock stellte den oben besprochenen und erklärten halbmonatlichen Turnus kürzerer oder längerer Hafenzeiten in Kurven dar, welche am Fusse der schon mehrfach erwähnten Whewell'schen Karte angebracht und hier nebenan mitgetheilt sind. Sie zeigen die wechselnden Intervalle zwischen Mondkulmination und Hochwasser für die Häfen London, Sheerness, Portsmouth, Plymouth, Brest und St. Helena. Die Abszissen bedeuten die aufeinanderfolgenden Tage, die Ordinaten deren Hafenzeiten nach Abständen der Kulmination von je 30 Minuten. Die Kurven sind frei durch die Beobachtungspunkte gezogen. Vergleicht man nun diese Kurven untereinander, so zeigt sich ihr Verlauf beinahe vollkommen gleich für alle sechs Oertlichkeiten. Aus allen sechs Kurven ersieht man in gleicher Weise, dass die mittleren Hafenzeiten weder auf die Tage des Neumondes, noch auf die des Vollmondes, noch auf die Quadraturen fallen, wie sie nach der theoretisch richtigen Erklärung thun sollten, sondern immer erst $1^1/_2$ bis 2 Tage später. Hätte nun die Flutwelle von St. Helena her bis London einen Tag Zeit gebraucht, so müsste die mittlere Hafenzeit an ersterem Orte um einen Tag näher an Neu- und Vollmond liegen, als in London. Dieses ist aber durchaus nicht der Fall. Das Zeitintervall ist im Gegentheil bei St. Helena gerade so lang wie das bei London, gerade so lang wie das bei Sheerness, um 30 Minuten länger als das bei Portsmouth, um 15 Minuten länger als das bei Plymouth und sogar um 45 Minuten länger als das bei Brest. Daraus folgt also, dass das Hinterherkommen des Hochwassers nicht durch eine dem ganzen atlantischen Ozeane entlang laufende Flutwelle zu erklären ist, viel-

mehr gerade gegen einen solchen Vorgang spricht und unsere Ableitung der Sache aus der Dauer der Ausgleichungs-Oszillation stützt.

Nach unserer Darstellung ist nämlich der Flutgipfel, wie nach seiner Höhe, so auch nach seinem Orte von den Reflexionswellen der paar vorhergehenden Tage abhängig, deren Ankunft an einer Stelle je von der Länge ihres Weges dahin, also von der Lage der früheren Primärfluten-Gipfel bestimmt wird, welche sie ausgesendet haben. So wird es denn — da die Gipfel jeden Tag anders liegen — für verschiedene Orte verschiedene Intervalle geben müssen, nach denen das Hochwasser bei ihnen ankommt. Zur weiteren Klarstellung des nachgewiesenen wirklichen Sachverhaltes dient das

5. Kapitel.

Die Reflexions-Verhältnisse der drei Weltmeere, in denen primäre Fluten erregt werden.

Aus allem Vorstehenden folgt, dass die lunisolaren Flutwellen sammt und sonders und jederzeit zusammengesetzt sind und zu einem nennenswerthen Theile aus den 1, 2, 3 und 4 Tage alten Reflexionswellen bestehen, welche unablässig von Küste zu Küste hin und her laufen und auch an den Verbindungsstellen der Ozeane von einem derselben zum andern übergehen. Es wird daher für das Verständniss der Flutphänomens im allgemeinen und besonderen erspriesslich sein, wenn wir uns über die Gestaltungen der Küsten, die Hauptrichtungen der grossen reflektirenden Strecken derselben und über die Länge der verschiedenen Wellenwege näher zu unterrichten suchen. Beginnen wir mit dem grossen Ozeane, in welchem uns die 68er Stosswellen als Führer dienen.

Nehmen wir den Weg derselben von Arica nach Sydney als Maass, so finden wir, den Globus befragend, dass dieser Weg nahezu die Entfernung der ganzen süd- und nordamerikanischen Westküste von Australien bezeichnet. Einen in etwa ungleichen Gang in Folge verschiedener Meerestiefe und verschiedener Behinderung durch Inselgruppen abgerechnet, werden also Reflexwellen der sämmtlichen ostpazifischen Ufer gleichzeitig nach Australien hin zurückgeworfen. Daher haben wir dort sehr deutliche und kräftige Fluten (sie variiren zwischen 2 und 6 Fuss etwa) im Vergleiche zu der offenen Lage der australischen Ostküsten am grössten Seebecken der Erde

und zu ihrem Mangel an grossen Buchten, worin die Wellen überschoben und in der Höhe gesteigert werden. Die Westufer des grossen Ozean's dagegen sind so wenig zusammenhangend, so vielgestaltig und in so ungleichen Entfernungen von irgend welchem Punkte des langen amerikanischen Kontinentes, dass die Reflexionen der Flutwellen von Westen her dort ungleichzeitig ankommen müssen, demnach keine merkliche addirende, sondern nur eine interferirende, also die Gezeiten verwischende Wirkung hervorbringen können. Eine Steigerung der Wellenhöhen wird denn auch, namentlich auf der ganzen langen Strecke von Kap Horn bis Panama, kaum verspürt, und nur an letzterer Stelle bringt der breite und tief in's Land eindringende Meerbusen aus bekannten Gründen grosse Amplituden des Gezeiten-Wechsels zu Stande. Etwas anders verhält es sich für den nördlicheren Theil der amerikanischen Westküste, von Kalifornien bis zum Prinz William's-Busen einschliesslich. In Bezug auf diese im ganzen auch sehr einfach verlaufende Küstenstrecke bieten die nördlichen australischen Ufer, die von Neuguinea, den Philippinen, Formosa bis China hin eine Reflexionsbasis gleicher Entfernung dar, wesshalb wir denn dort auch Durchschnittsfluten von 7 bis 8 Fuss, im Prinz William's-Busen durch hinzukommende Zusammendrängung solche von 15 bis 20 Fuss haben.

Die ganze mittlere Parthie des grossen Ozean's, von den Gesellschaftsinseln, 18 Grad südlich des Aequators, bis zu den Sandwichsinseln, 20 Grad nördlich desselben, hat so unscheinbare Fluten, dass sie fast nicht zu merken sind, und bei letzterer Gruppe z. B. das Hochwasser (siehe Whewell's Abhandlung) stets 1/2 Stunde nach Mittag, Ebbe nach 6 Uhr Abends erfolgt. Woher sonst kann das rühren, als von Interferenz durch Reflexion nach den besonderen Dimensions- und Gestaltsverhältnissen der pazifischen See?

Die primären lunaren Wellen legen in etwas mehr als 24 Stunden den ganzen Umfang der Erde, die sekundären in derselben Zeit nicht einmal ganz die Hälfte dieses Weges zurück. Für die Breite des grossen Ozean's ist also auch die Bewegung der ersteren fast das Doppelte der durchschnittlichen Geschwindigkeit der letzteren. Wenn jene in 9 bis 10 Stunden den ganzen Weg durcheilen, so gebrauchen diese im Durchschnitte 21 1/2 Stunden. Denken wir uns nun das Spiel dieser ungleich schnellen Flutwellen von einem Anfange ausgehend. Nach den Flutnotizen, wie sie Whewell in seiner Abhandlung mittheilt, ist das Hochwasser bei Acapulco $1^h\ 19'$, bei Realejo $2^h\ 43'$, bei der Chatham-Insel $3^h\ 30'$. Wir können also, da die Wellen deutlich von Westen her fortschreiten, 4^h im allgemeinen als die Flutzeit der nächsten Ufer zu beiden Seiten des Aequators annehmen, wenn wir von

den mannigfachen partiellen Reflexionen der schräg laufenden und vielgestaltigen Küste absehen, welche Whewell's Kurvenwirrwar in dieser Gegend veranlasst haben. Wenn also die Primärwellen in 9 bis 10 Stunden den grossen Ozean ostwestlich durchlaufen haben, so sind die Reflexwellen, nach der Zurückwerfung an den mittelamerikanischen Küsten, (9 bis 10) — 4 = 5 bis 6 Stunden hinterhergekommen, haben in dieser Zeit etwas über $^1/_4$ ihres ganzen westlichen Weges zurückgelegt und befinden sich, wann die neuen Primärwellen der vom Monde abgekehrten Erdseite 3 Stunden später anfangen, 8 bis 9 ihrer Stundenschritte westlich von den amerikanischen Ufern, also ungefähr in dem Wellenthale der Primärgipfel, im zentralen Theile des pazifischen Meeres. Sie haben nach Westen hin noch etwa 10 bis 11 Stunden zu laufen, werden also nach abermals 9 Stunden von den neuen Primärwellen eingeholt und in der Nähe der asiatischen Ufer, der Philippinen, Neuguineas und Australiens zu diesen addirt, um höhere Wellen zu erzeugen. Von dort ist, wie erwähnt, wegen der zerrissenen Reflexionsbasis keine merkbare übereinstimmende Zurückwerfung möglich, und das beschriebene Spiel wiederholt sich nur von neuem und immer wieder. Das Zusammenfallen der Flutengipfel und Thäler in dem mittleren Theile des pazifischen Meeres ist um so vollkommener, als dessen Ausdehnung nach Norden hin bis in den Prinz William's-Busen und an die Aleuten-Reihe die Hälfte seiner ostwestlichen Breite beträgt, die Reflexionswellen von dorther also auch von etwa 18 zu 18 Stunden, (d. h. also jedesmal) mit den Thälern der Primärwellen zusammenfallen.

Unter solchen Umständen muss wohl die solare Flut, welche nicht in der Zeit abweicht, wie die Mondflut, als eine Störung erscheinen und um Mittag als Gipfel, Abends sechs Uhr als schwaches Thal sich bemerkbar machen. Dabei sehen wir noch, dass die schwächere Sonnenflut mit ihrem Gipfel nicht weit östlich hinter den Punkt senkrechter Anziehung fällt, weil die schräge eben wegen ihrer Schwäche im offenen Meere nicht bemerkbar ist.

In ein paar Lokalitäten des grossen Ozean's wird eine nur einmalige tägliche Flut und Ebbe konstatirt, wie z. B. bei der Insel Juan Fernandez, westlich der südamerikanischen Küste, und im Hafen von Tonkin in China. Hier sind mangelnde Reflexion oder Interferenz die Ursachen. An ersterem Orte fehlt eine zurückwerfende Küste gegenüber gänzlich, und es kann daher nur die eine nähere tägliche Primärflut des südpazifischen Ozean's zur Geltung kommen, weil die andere nördliche und entferntere sich bis hierher zur Unmerklichkeit ausgeglichen hat. — Bei Tonkin aber beruht die Er-

scheinung nach Newton's guter Erklärung auf Interferenz in den vielfach unterbrochenen näheren See.

Der atlantische Ozean stellt in Bezug auf unsere vorliegende Betrachtung zwei wesentlich getrennte Becken, ein südliches und ein nördliches dar, welche Trennung um so mehr zur Geltung kommen muss, als die allermeisten täglichen doppelten Primärgipfel sich über weit von einander getrennte Paralelle bewegen und der Art, dass der eine nur das südliche, der andere nur das nördliche atlantische Becken durchläuft, der südliche sich dazu 2 Flutzeit-Stunden früher ausbildet, als der nördliche.

Um die Ufer dieser beiden Becken herumgehend, finden wir, wie schon früher erwähnt, nach den von Whewell zusammengetragenen Notizen über die Hafenzeiten, dass wesentlich gleiche Fluten ringsher anschlagen und also einen zentralen Ursprung verrathen. Die in das südliche Becken mit mächtigen Stundenschritten von Süden her eindringenden Flutwellen der Whewell'schen Karte sind eine reine Schöpfung der Phantasie, nur erfunden, um eine schlimme Lücke in dem zweitägigen Wege vom grossen Ozeane her auszufüllen. Gleichfalls bloss erfunden ist der rasend rasche Gang der Isorachien am Westufer Südafrikas hinauf, und hier ist Whewell aufrichtig genug, einzugestehen, dass, wenigstens für den Busen von Guinea, die gleichen Flutstunden südlich und nördlich desselben auch wohl auf ein gleichzeitiges Anschlagen derselben hinweisen. Dass seine Isorachien nicht mit den Notizen der Inseln St. Helena und Aszension stimmen, soll von der geringen Anzahl der Beobachtungen herrühren, wiewohl er deren doch für St. Helena 308 konstatirt. Er biegt seine Kurven in der Gegend dieser Inseln in der Mitte so zurück, dass sie für deren Flutzeiten in etwa passen, und erklärt diese Verzögerung ihres Ganges wohl stillschweigend durch das Entgegenstehen der beiden kleinen Eilande, welche Hemmung in einem solchen Maasse aber um so mehr unmöglich ist, als eine von hier nach Norden laufende tiefe Rinne des Ozean's nach Russell's Gesetz den Lauf der Isorachien gerade beschleunigen muss. Kurz, man sieht, alles ist Chimäre.

Im nördlichen atlantischen Becken liegen an der ganzen Nordostküste Südamerikas, den Antillen und den Ostufern Nordamerikas entlang, so wie auf der Ostseite, nördlich der Kapverdischen Inseln, an der Westküste Afrikas, an Spanien bis Irland herauf gleichfalls lauter wesentlich gleiche Flutstunden, welche Whewell in der Weise zu vereinigen sucht, dass er

von Süden her in die Mitte des Beckens hinein die Flutwellen mit fürchterlicher Hast hineinstürmen lässt. Dadurch kommen denn Linien heraus, die in etwa, aber durchweg nur sehr gezwungen, sich mit den Hafenzeiten verbinden lassen. Auch das alles kann nur sehr wenig mit der Wahrheit stimmen.

Zwei getrennte Primärfluten-Gipfel mit Reflexionen der umgebenden Ufer, Ausgleichungswellen zwischen den beiden Becken und täglich einmal vom indischen Meere her werden dem Sachverhalte mehr und in der That völlig entsprechen.

Die Aufwölbung des Meerwassers unter einem Hebungskreise wird in einem Becken von beschränkteren Dimensionen, welches nicht einmal einen ganzen Hebungskreis auf einmal fassen kann, in etwa die Gestalt des Beckens annehmen, d. h. in einem schmäleren Theile weniger Höhe erreichen, als in einem breiteren. Daher wird die Ausgleichung eine Richtung von dem breiteren nach dem schmäleren Theile hin annehmen oder dorthin länger andauern. Im südatlantischen Becken, dessen südlichen breiteren Theil die allermeisten Flutengipfel ostwestlich durchziehen, wird also eine länger dauernde Ausgleichung nach Norden hin stattfinden, die sich in das nordatlantische Becken fortsetzt, weil in diesem die Hochfluten immer zwei Stunden später erst so weit entwickelt sind, dass sie, der südlich herkommenden Flut entgegeneilend, interferirend derselben begegnen können.

Wenn nun also eine etwas nach Norden hin gestreckte Primärwelle sich im südatlantischen Becken der westafrikanischen Küste parallel ausbildet, welche Welle nach Süden hin, bis etwa in gleicher Breite mit dem Kap, die grösste Höhe hat und so westwärts zur südamerikanischen Küste sich bewegt, so werden nach dem afrikanischen Ufer hin ihre Ausgleichungswellen zurückfliessen, und zwar vom höchsten Gipfel her an der Südspitze Afrikas zuerst ankommen, von da nordwärts in rascher Folge hintereinander an die Küste anschlagen, einen Punkt derselben südlich des Busens von Guinea und einen anderen nördlich desselben zugleich erreichen und zur selben Zeit in das nordatlantische Becken eindringen. Die Flutzeiten werden die Summen der westlichen Fortbewegung der Hebungskreise und der Rückbewegung der Ausgleichungswellen sein und also von Süden nach Norden im Verhältnisse der Entfernung des Flutgipfels wachsen. Legen wir die in v. Hochstetter's Karte bezeichneten Stundenschritte der Stoss- und Sekundärwellen, deren auf dem kürzesten Wege von Arica nach Australien zirka 21 liegen, als Durchschnittsmaass zu Grunde, so kommen am Kap Palmas, westlich des Busens von Guinea, und am Gabon-Flusse, südlich desselben, etwa

3 Stunden Verspätung gegen die Saldanha-Bucht, dicht am Kap der guten Hoffnung, heraus, und da die Flutzeit der letzteren 2^h ist, so würde das für die ersteren Lokalitäten Flutzeiten von etwa 5^h geben, was mit den Flutzeiten bei Whewell genau stimmt.

Wenn ferner im südatlantischen Ozeane das Hochwasser, nach den Angaben von der Saldanha-Bucht und dem nahen Busen von St. Helena, 2 bis $2^1/_2$ Stunden nach dem Meridianstande des Mondes erfolgt, so muss es an der ungefähr gegenüberliegenden südamerikanischen Ostküste, am Kap Frio und zu Rio Janeiro, auch der Fall sein, und in der That ist dort die Flutzeit resp. 2^h und 2^h 40′. Nördlich und südlich von Kap Frio müssen natürlich die Flutzeiten wachsen, da in beiden Richtungen die Entfernungen vom Wellengipfel zunehmen. Die Ausgleichungswellen müssen am brasilianischen Gestade südwestwärts fliessen, wie es bis nach Patagonien hin der Fall, und erst da, wo sie mit den aus dem grossen Ozeane um Kap Horn herumfliessenden Ausgleichungswellen koinzidiren, resultirt aus der Vereinigung auf kurze Strecke eine nordwestliche Bewegung.

Die für St. Helena bei Whewell angegebene Flutzeit von 2^h stimmt ganz mit unserer Darstellung, da diese Insel in den höchsten Theil der Primärwelle hineinfällt und also Hochwasser haben muss nach so viel Zeit, als zwischen Meridianstand des Mondes und dem Wellengipfel liegt. Die Flutzeit von 4^h für Aszension passt gleichfalls vollkommen zu dem hier beschriebenen Sachverhalte, weniger freilich die andere Angabe für diese Insel von 5^h 5′, deren Richtigkeit aber auch niemand vertreten will.

Da, wie schon gesagt, die Fluten des südatlantischen Beckens nach seiner Lage 2 Stunden früher entwickelt sind, als die des nördlichen, so beeinflussen sie die südlich gerichtete Ausgleichung von dorther durch Interferenz, was zu geringeren Fluten an der Nordwestküste Südamerikas führen muss.

Im nordatlantischen Becken bildet sich ungefähr auf einem Parallel, der zwischen den Kapverdischen und Kanarischen Inseln hindurch und über die grossen Antillen läuft, der Gipfel der Primärwellen aus, welcher eine nordsüdwärts etwas gestreckte Gestalt annimmt, rückwärts nach Osten seine Ausgleichungswellen sendet und selbst mit dem Meridianstande des Mondes und der Sonne dem Westen zueilt. Dass es so ist, beweist Whewell's Isorachienkarte, auf welcher die Flutstunde 12^h, die 0^h sein sollte, die Lage der höchsten Erhebung des Wassers bezeichnet. Sie läuft westlich an den Azoren vorbei nach Süden zur nordafrikanischen Küste, auf die sie südlich der Kanarien trifft. Dort vereinigt sich mit ihr die Ausgleichungs-

welle vom südlichen Becken her, welche, durch ihre Verzögerung am afrikanischen Ufer entlang beim Ouro-Flusse schon 10 Stunden alt geworden, demnach (wegen ihres 2 Stunden früheren Ursprungs) um 12 Stunden älter als jene, mit ihr zusammenfliesst. Die nördlicheren Flutstunden 1, 2 und 3h bewegen sich im ganzen parallel zu 0h den westeuropäischen und nordafrikanischen Küsten zu, an deren mannigfaltigem Verlaufe sie dann durch verschiedentliches Anschlagen Mitveranlassung zu verschiedentlichem weiteren Verlaufe werden, welcher uns indessen hier nicht weiter wichtig ist.

Von der angedeuteten Lage aus geht der nordatlantische Primärwellen-Gipfel westwärts, indem er zunächst sich nach der südamerikanischen Nordküste, sodann nach den Antillen und Westindien, schliesslich nach den nordamerikanischen Ostufern hin ausgleicht. Der Meridianstand des Mondes und der Sonne braucht südlich 2 und 3, nördlich 4 Stunden, um von Osten nach Westen das nordatlantische Becken zu passiren. Da er sich hier aber über durchweg seichtes Meer bewegt, so kann er nicht sofort den Flutgipfel mitbringen, wie im tiefen südatlantischen Bassin, sondern dieser folgt mit der halben Geschwindigkeit der Ausgleichungswellen. Er muss also an die nordöstlichen Küsten Südamerikas und bei den Antillen nach durchschnittlich 4 bis 6 Stunden, in Westindien, bei Florida und an den nordamerikanischen Ostküsten nach durchschnittlich 8 Stunden ankommen, wenn wir seine Ganggeschwindigkeit nach den australischen 68er Stosswellen bemessen. Und in der That legt er die betreffenden Strecken in solchen Zeiten zurück. Die Flutzeiten vom Kap St. Roque an bis Trinidad sind alle ungefähr 4h, die an der Antillenreihe, Westindien und den Gestaden der Vereinigten Staaten entlang ungefähr 8h, wobei natürlich vielfache Interferenz, behinderter Weg und Verzögerung in Buchten lokale kleine Abweichungen erzeugen.

Die geringe Höhe der westindischen, die bedeutende der Fluten in der Fundy Bay beruhen dabei, ausser auf der Gestaltung, auch auf der angegebenen Wegedauer der Ausgleichungswellen. Nach Westindien reflektiren fast keine Küsten, und die Wegedauer der geringen Reflexionswellen ist 6 Stunden, daher ihre Gipfel in die Thäler der letztvorhergehenden Ausgleichungswellen fallen. Nach der Fundy Bay reflektiren die gleich entfernten nordafrikanischen und ein Theil der südamerikanischen Nordostküsten, und die Wege hin und her betragen (nach dem australischen Maassstabe) 6 + 6 Stunden, daher die Reflexionswellen-Gipfel dort stets mit denen der letztvorhergehenden Ausgleichungswellen zusammentreffen. Zu diesem Umstande

kommen noch wesentlich die Enge und das fjordähnlich tiefe Einschneiden der Bucht als Ursachen hoher Fluten hinzu.

Eine besondere Stellung unter den Meeren mit Primärwellen nimmt der indische Ozean ein desshalb, weil er hauptsächlich nur der südlichen Halbkugel angehört. Von den beiden Hebungskreisen, welche täglich, der eine nördlich, der andere südlich des Aequators, die Erde zu umlaufen scheinen, trifft ihn wirksam nur der südliche. Bloss an wenigen Tagen jedes Monates, wann die Tagesbahn des Mondes mit dem Aequator fast oder ganz zusammenfällt, bilden sich im indischen Meere die beiden lunaren Primärwellen aus, und rücksichtlich der solaren Fluten ist dasselbe für ein paar Monate des Jahres, Ende März und Anfang April, Ende September und Anfang Oktober der Fall.

Dieser Sachverhalt bloss 24stündiger Primärwellen des indischen Weltmeeres, hier allerdings nur auf Grund der Newton'schen Theorie behauptet, zeigt sich als Wirklichkeit an einem Umstande im südatlantischen Meere, welches bisher als ziemlich räthselhaft dastand. Die Zeit des Hochwassers eines bestimmten Ortes bleibt, wie wir oben besprochen, während einer Halblunation nicht dieselbe, sondern dieselbe tritt, je nach dem Tage nach Neu- oder Vollmond, um eine ziemlich feste Frist früher oder später ein, als am Tage der Syzygien selbst. Die Kurven, durch welche Lubbock (siehe unsere Zeichnung neben S. 39) diese Zeitverschiedenheit dargestellt hat, verlaufen für die in dieser Beziehung untersuchten paar Orte der französischen und englischen Küsten fast ganz gleichmässig in einem Zuge. Bei St. Helena aber ist die Kurve eine Zickzacklinie, d. h. die Hafenzeit nimmt von einer zur anderen Kulminationszeit des Mondes, deren eine immer 30 Minuten später liegend als die andere für die Konstruktion der Kurven untersucht ist, sprungweise ab und zu, ist wieder kürzer, wenn sie länger sein sollte, bleibt sich gleich, oder wächst in doppeltem und mehrfachem gewöhnlichen Maasse von einem zum anderen Punkte der Untersuchung. Whewell, welcher sich nicht anders zu helfen weiss, schreibt diesen unruhigen Verlauf der St. Helena-Kurve auf Rechnung der Ungenauigkeit der Beobachtungen. Er wird aber auf einer Wirklichkeit, nicht auf einer Täuschung beruhen und findet seine Erklärung in der bloss einmaligen täglichen Flut des indischen Ozean's. Sie pflanzt sich von 24 zu 24 Stunden um das Südende Afrikas in das südatlantische Becken fort und kommt zur

dortigen Flut hinzu. Dadurch wird der Wellengipfel ein wenig verschoben, indem er ein resultirender aus zwei zusammenfliessenden ist und eine mittlere Lage annimmt. Das kann aber nur alle 24 Stunden einmal der Fall sein, folglich muss die Kurve, welche die Lage aller Flutgipfel nach der Zeit darstellt, vom einfachen normalen zum doppelten anormalen einen hüpfenden Zug bilden.

Die Primärwelle durchschreitet ost-westlich die indische See (nach dem bekannten Maassstabe) in beiläufig 5 Stunden. Ihr Gipfel, von dem entferntesten Punkte der nördlichen Gestade annähernd ebenso weit entfernt, als sein Weg lang ist, wird dorthin Ausgleichungswellen senden, welche etwa doppelt so viel Zeit für ihren Lauf gebrauchen, als er und also dort die Flutzeiten 10, 11 und 12^h veranlassen müssen. So verhält sich nun die Sache. Für die nördlichsten Punkte des Busens von Bengalen und des arabischen Meeres finden sich bei Whewell die Flutzeiten 10, 11, 12^h notirt.

Der Weg des primären Flutgipfels muss im offenen tiefen Meere nach Whewell's Darstellung durch 12 bis 2^h, welches nach der unsrigen 0 bis 2^h ist, bezeichnet sein, und so ist es wieder: Die Inseln Rodriguez, Mauritius, und Bourbon, welche in die Bahn des Flutgipfels fallen, haben die Hochwasser-Angaben 12^h 30′ (45′), 12^h 30′, 1^h 05′, die Chagos-Insel, etwas nördlich seitwärts, hat 1^h 30′. Die See wird nach Madagaskar und der afrikanischen Küste hin sehr seicht, der Gang der Wellen also verlangsamt. Das wird die Flutzeiten etwas weiter hinter die Meridianstände des Mondes zurückdrängen. Dieses bestätigt sich ebenfalls in den Whewell'schen Notizen über die betreffenden Lokalitäten. An Punkten der Ostküste Madagaskars haben wir die Flutzeiten 4^h und einige Minuten, an Stellen seiner Westküsten die von 4^h 30′ bis 5^h, im Kanal von Mozambique solche von 3^h und 4^h.

Der Flutwellengipfel wird im indischen Ozeane sich frühestens in 2^h Zeitabstand westlich der australischen Ufer bilden und von da Ausgleichungswellen nach Osten und Nordosten senden können. Dieselben werden diesen Abstand in der doppelten Zeit durchlaufen und können also frühestens an den nächsten Punkt um 4^h gelangen, werden aber entferntere Stellen, also die Südwestspitze Australiens, dessen Nordwestküste, die Sundainseln und Zeylon erst nach 5, 6, 7 Stunden erreichen. Auch das trifft zu, denn für diese Oertlichkeiten besagen die Schiffernotizen und die Whewell'sche Karte der Reihe nach die Flutstunden 5, 7 und 6^h.

Was schliesslich die Hochwasser-Angaben bei St. Paul und Kerguelen

anbetrifft, welche auf resp. 11 und 10h lauten, so sind dort jedenfalls zusammengesetzte Fluten, bestehend aus schwachen indischen primären, den aus der ganzen indischen See zurückkehrenden reflektirten Wellen und den südlich um Australien herumziehenden, pazifischen Oszillationen, welche zusammen die Verzögerung herstellen werden.

Man ersieht aus dieser Skizze, dass nichts besser, ja nichts so gut als die strenge Konsequenz der Newton'schen Theorie, welche Primärwellen in allen Meeren innerhalb der Wendekreise fordert, die Fluterscheinungen um das ganze Erdenrund in einen natürlichen Zusammenhang zu setzen vermag.

6. Kapitel.

Was folgt aus allem Vorhergehenden für die Theorie der sekularen Umsetzung der Meere?

Bei derselben diente von Hause aus die Attraktionslehre Newton's in strengster Folgerichtigkeit als Grundlage. Die Annahme also, dass lediglich im südpazifischen Ozeane Primärwellen entständen, welche von dort aus bloss oszillatorisch die übrigen Erdmeere erreichten, stellte sich eigentlich der Lehre von dauernder Wasserversetzung entgegen, wiewohl unseres Wissens noch niemand auf Grund dieser Annahme die gedachte Theorie angefochten hat. Der Widerstreit war aber klar.

Fände eine Beeinflussung der Wasserhülle der Erde, wie sie die Umsetzungstheorie aufstellt und nachweisen will, nur ganz lokal statt, wäre aber an allen übrigen Punkten, wo die Beziehungen der Erde zu Mond und Sonne dieselbe Scheidung zwischen Nord und Süd veranlassen, nichts Derartiges der Fall, so läge es sehr nahe, anzunehmen, dass Wasserversetzungen in den unbeeinflussten Meeren sich immer wieder ausgleichen, und dass also von einer Ansammlung des Meerwassers auf einer der Halbkugeln und einem Abfliessen desselben von der andern keine Rede sein könne.

In dem Nachweise der Allgemeinheit einer primären Störung der Meere, oder vielmehr des äquatorialen Gürtels derselben über den ganzen Umfang der Erde hin liegt demnach eine nothwendige, aber auch starke Stütze der Umsetzungslehre. Wenn dieselbe Aktion ringsherum stattfindet und die Scheidung der Halbkugeln in dieser Hinsicht also vollkommen und ununter-

brochen ist, so können die zwischenfallenden Kontinente wohl Modifikationen, nicht aber Aufhebung ihrer Wirkungen herbeiführen. Wenn der grosse Ozean selbstverständlich, als grösste zusammenhangende Wasserfläche, der Hauptheerd der Umsetzung sein wird, so thut das nichts zur Sache. Die übrigen Meere bieten wenigstens keine Möglichkeit zur Gegenwirkung, steuern vielmehr nach Maassgabe ihrer Grösse und Lage zum Gesammteffekte bei. Man kann also mit gutem Gewissen zu genauen Rechnungen und dem Vergleiche ihrer Resultate mit betreffenden Beobachtungen schreiten, was denn auch im zweitfolgenden Abschnitte nach diesem geschehen soll, nachdem der Leser erst noch mit sehr wichtigen Ergebnissen der neuesten Flut-Mess-Methode bekannt gemacht sein wird.

III. Abtheilung.

Ein Jahrgang der Kurven des Sydney'er Flutzeigers. Was sie von vorher besprochenen Ergebnissen bestätigen, und welche neuen Aufschlüsse sie über das Flutphänomen und dasselbe begleitende Erscheinungen bringen.

Die v. Hochstetter'schen Kurven von fünf Tagen, welche bei eingehenden Studien derselben so gute und neue Resultate lieferten, erweckten natürlich die Hoffnung, ja sichere Erwartung, es werde eine längere Reihe solcher graphischen Darstellungen täglicher Doppel-Oszillationen der See unsere Kenntniss des Flutphänomens wesentlich fördern müssen.

Welcher genauere und zuverlässigere Registrator aller kennenswerthen Grössen und Differenzen der täglich, monatlich und jährlich wechselnden Oszillationen liesse sich denken, als die anfangs in Australien allein aufgestellte Maschine, welche, unbeeinflusst von den Störungen, die bei einem Pegel das ablesende Auge, die verzeichnende Hand, die Zeit der Ablesung etc. etc. betreffen können, ununterbrochen eine scharfe Zeichnung aller Schwankungen ausführt?

War nicht zudem das Sydney'er Instrument an einer der günstigsten Stellen des Erdkreises aufgestellt, an der grössten seiner Wasserflächen, die alle Bewegungen aus vorher entwickelten Gründen am reinsten und klarsten vollziehen muss, an einem einförmig verlaufenden Ufer, wo keine bedeutenden Einbuchtungen Vervielfachungen der Schwankungs-Amplituden erzeugen, dem vor allen Dingen die vollkommenste Reflexionsbasis der Welt gegenüber liegt? Empfängt es nicht, aus erster Hand so zu sagen die einfachsten Wellen?

Alle diese Gründe bewogen uns zu dem eifrigsten Bemühen, von dort her, wenn es anginge, eine lange Reihe Kurven, wo möglich die eines ganzen Jahres, zu erlangen. In der Vorrede haben wir mit gebührendem grossen Danke erwähnt, wie über alle Maassen freundlich man diesem unserem Bemühen entgegenkam.

Das uns zugegangene Material mit dem an ihm für die Wissenschaft Gewonnenen soll uns nun beschäftigen, nachdem wir uns erst noch Einsicht in einiges Vorläufige verschafft haben. Dieses betrifft zunächst

a) Die flutmessende Maschine (self-registering tide gauge), die Art ihrer Arbeit und die kurventragenden Blätter.

Wiewohl uns weder Beschreibung noch Zeichnung des gerade in Sydney aufgestellten Apparates zu Gesichte gekommen ist, so steht uns doch beiderlei von andern gleich arbeitenden Vorrichtungen zu Gebote, vermittelst dessen es uns gelingen wird, die Art und Weise der Maschinen-Thätigkeit, so wie auch die Einrichtung des Sydney'er Mechanismus bis auf Nebensächliches vorzuführen.

Das Prinzip ist nach unserer obigen Angabe das, die Bewegungen des Seespiegels auf einen Zeichenstift zu übertragen, welcher ihnen entsprechende Linien zu ziehen gezwungen wird.

Die ersten und unseres Wissens noch einzigen Apparate der Art in Europa sind durch die Adria-Kommission der k. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien an mehreren Punkten des adriatischen Meeres in Thätigkeit gesetzt worden und dürften im wesentlichen genaue Nachahmungen dessen zu Sydney sein. Mit ihrer Einrichtung hat uns, wie gleichfalls in der Vorrede gesagt, die betreffende Kommission durch Bild und Wort bekannt gemacht in einer kleinen Broschüre, betitelt: Instruktion zur Behandlung der selbstregistrirenden Flutmesser etc., welchem Büchlein wir nebenstehende Zeichnung nebst zugehörigem Texte entnehmen:

Beschreibung des Apparates.

Ein senkrecht stehendes Rohr (A) ist mit dem Meere derart in Verbindung, dass das Wasser im Rohre mit dem äusseren Wasserspiegel stets auf gleicher Höhe steht. Ein Schwimmer (B) im Innern des Rohres steigt und fällt mit dem Steigen und Fallen des Wassers. Durch eine um eine Rolle (D) geschlungene Kette (a b), welche mit dem einen Ende an den Schwimmer befestigt ist, an dem zweiten Ende aber ein Gegengewicht (C) trägt, wird die Bewegung des Schwimmers auf die Rolle (D) und von dieser mittelst eines Zahnrades (E) von kleinerem Durchmesser auf eine horizontal in einer Führung sich bewegende, gezahnte Schiene (F) verkleinert übertragen. Mit dieser Schiene ist der Träger (G) eines Zeichenstiftes unveränderlich verbunden, so dass die Bewegungen des Stiftes dieselben sind, wie jene der Schiene.

Ein Zylinder (H) von 0,30 Mm. Durchmesser und 0,525 Mm. Höhe (Länge) wird durch ein Gewicht (J) um seine horizontal liegende Achse gedreht, und ein Uhrwerk (K) regelt diese Bewegung so, dass die Umdrehungen gleichförmig in der Zeit von 24 Stunden erfolgen.

Indem der Zeichenstift (c) durch ein Gewicht (d) sanft gegen den Zylinder gedrückt wird, zeichnet er auf einem um den Zylinder gewickelten Blatte Papier eine Kurve, welche die Veränderungen des Meerniveaus in verkleinertem Maassstabe darstellt.

Ein zweiter Zeichenstift (e), dessen Träger an dem Gestelle des Apparates befestigt ist, zeichnet auf das Blatt einen gegen die Achse des Zylinders senkrechten Kreis, der auf dem abgewickelten Blatte als gerade Linie erscheint, und jene Koordinatenachse der Flutkurve darstellt, auf welcher die Zeiten gezählt werden. Die ganze Länge dieser Linie entspricht dem Zeitraume von 24 Stunden.

Der Maassstab für die auf dieser Linie senkrechten Koordinaten der Flutkurve, welche der Wasserhöhe entsprechen, ergibt sich am einfachsten, wenn man bei ruhig stehendem Zylinder und aufliegendem Stifte den Schwimmer um einige Fuss hebt und sowohl die Höhenänderung des Schwimmers, als auch die Länge der geraden Linie, welche in Folge derselben die Zeichenstifte beschreiben, genau misst.

An einer geeigneten Stelle in der Nähe des Apparates ist eine senkrecht im Wasser stehende Skala (Pegel) angebracht, von deren Nullpunkt der Höhenunterschied gegen eine möglichst unveränderliche Landmarke bekannt ist.

Behandlung des Apparates.

Nachdem der Schwimmer in das Rohr gebracht, die Kette um die Rolle (D) geschlungen und diese so gestellt ist, dass nach einer beiläufigen Schätzung der die Flutkurve zeichnende Stift bei mittlerer Wasserhöhe in die Mitte des Zylinders zu stehen kommt, ziehe man die Uhr auf, stelle sie auf mittlere Ortszeit und setze sie in Gang.

Sodann befestige man zwei nicht zu fein gespitzte Zeichenstifte in ihren Trägern, hebe aber dieselben vorläufig von dem Zylinder ab und löse die Verbindung des Zylinders mit der Uhr aus.

Hierauf umwickele man den Zylinder mit einem Blatte Papier, so dass die Ränder etwa um die Breite eines Zentimeters übereinander zu liegen kommen, streiche es mit der Hand glatt und befestige es auf dem Zylinder mittelst zweier kurzen Stifte. Der bedeckte Rand des Papieres hat dabei in die Richtung der Rotation des Zylinders zu kommen, damit die Zeichenstifte an der Verbindungsstelle des Papieres keinen Widerstand finden.

Dann schliesse man die Verbindung des Zylinders mit der Uhr, ziehe das Gewicht auf, welches die Drehung des Zylinders bewirkt, warte ab, bis die Uhr eine volle Stunde zeigt, und lege in diesem Momente die beiden Zeichenstifte auf.

Das Papier ist nach je drei Tagen zu wechseln, wobei wie beim ersten Auflegen zu verfahren ist. Um aber die drei auf einem Blatte gezeichneten Flutkurven in ihrem Verlaufe jederzeit leicht von einander unterscheiden zu können, ist als beweglicher Stift am ersten Tage ein schwarzer, am zweiten ein rother, am dritten ein blauer zu verwenden.

Als fixer Stift ist immer ein schwarzer zu gebrauchen. Das Wechseln des Stiftes soll täglich zur selben Zeit geschehen und zwar so, dass jedesmal der neue Stift zur vollen Stunde zu ziehen beginne.

Die Uhr ist wöchentlich einmal an einem bestimmten Tage, das Gewicht am Zylinder aber jeden dritten Tag, bei dem Wechseln des Papieres, und bevor der Stift zu zeichnen beginnt, aufzuziehen.

Wenn die Uhr um zwei bis drei Minuten gegen mittlere Zeit vor oder zurück ist, sind die Zeiger richtig zu stellen. Dieses geschieht am besten bei dem Wechseln des Papieres, während der Apparat ausser Thätigkeit ist.

Bei dem täglichen Wechseln des Stiftes ist auch, sogleich nachdem der neue Stift aufliegt, an dem Pegel der Wasserstand abzulesen, und sodann Zeit und Ablesung nebst sonstigen auf den Apparat bezüglichen

Vorkommnissen (ein Vorgehen oder Zurückbleiben der Uhr, ein Vorstellen der Zeiger u. s. w.) auf einem besonderen Papier zu notiren.

Auf jedem abgenommenen Blatte sind am Rande die Zeiten, zu welchen die Kurven beginnen, mit dem Datum und der entsprechenden Pegelablesung anzumerken.

Jedes Blatt ist auf beiden Seiten zu benutzen, die einzelnen Blätter sind aber nicht sogleich, nachdem drei Kurven auf einer Seite verzeichnet sind, umzukehren, sondern dieses Umlegen ist in einer Reihenfolge von zehn zu zehn Blättern vorzunehmen, damit man stets Kurven von unmittelbar auf einander folgenden Tagen leicht vergleichen könne.

Je zehn auf beiden Seiten benutzte Blätter sind nebst den besonderen, darauf bezüglichen Aufschreibungen des Beobachters an die Direktion der k. k. Akademie für Handel und Nautik in Triest zu senden. —

Bei dem Apparate zu Sydney ist die Behandlung in so weit abweichend von der bei den adriatischen Instrumenten, als an ersterer Stelle statt weissen Papieres, welches noch beizuschreibende Pegelablesungen und einen zweiten Stift erfordert, ein mit einem Netzwerke von Linien (Stunden und Fuss mit Unterabtheilungen) vorher bedruckter Bogen aufgelegt wird, auf welchen täglich zwei verschiedene Stifte, am hellen Tage ein blauer, in der Nacht ein rother, ihre Kurven ziehen. Der Wechsel dieser Stifte findet um 9 Uhr Morgens und Abends statt. Man hat etwas mehr Kosten in Australien, etwas mehr Mühe der augenblicklichen Beobachtung in Oesterreich aufzuwenden.

Rücksichtlich des gedruckten Liniennetzes auf den Bögen stimmt mit der Sydney'er Flutzeichnungs-Methode die eines zweiten australischen Flutzeigers, welchen Herr Russell zu Newcastle, 60 englische Meilen nördlich von Sydney, nach eigener veränderter Konstruktion aufgestellt, und von welchem er uns Zeichnung, Beschreibung und die Arbeit eines Tages als Probe freundlichst zugesandt hat.

Die nebenstehende Zeichnung stellt dieses Instrument dar. Bei ihm schwankt der Papierbogen mit dem Seespiegel, und der Stift wird durch die Uhr verschoben. Das grosse Rad (A) ist fest verbunden mit dem Zylinder (B B), und eine Kette (C C) geht um dasselbe herum hinunter zu einem Schwimmer auf dem Wasser. Ein kleines Gegengewicht des Schwimmers, gleich diesem hier nicht sichtbar, hängt an dem anderen Ende der Kette. Wenn der Schwimmer nun mit dem Seespiegel steigt oder sinkt, so dreht sich das Rad um einen kleinen Betrag und führt das Papier auf dem Zylinder um eine verhältnissmässige Strecke mit. Die Halbmesser des Rades

und des Zylinders verhalten sich nämlich so zu einander, dass je 12 Zoll Drehung des ersteren 2 Zoll des letzteren gleichkommen. Der Stift und seine Fassung sind bei (D) zu sehen. Er gleitet mit dieser leicht an den beiden Stangen (E E) entlang, welche oberhalb des Zylinders mit demselben parallel laufen, und wird durch ein kleines Gewicht (F) bewegt. Alles was die Uhr (G) zu thun hat, ist, die Bewegung des Stiftes zu reguliren, und sie thut es auf folgende Weise: Die Welle des Stundenzeigers geht durch die Rückwand des Uhrgehäuses hindurch und trägt eine Trommel von 12 Zoll Umfang. Diese dreht sich, wie der Stundenzeiger, zweimal im Tage um sich selbst, und da sich von ihr die Kette abwickelt, welche durch das Gewicht (F) den Stift führt, so bewegt sich der letztere also im Tage um 24 Zoll, in der Stunde um einen Zoll, von der Uhr weg. Die Uhr mit der Trommel wird jeden Morgen aufgezogen, wann zugleich ein neuer Bogen aufgelegt wird, und der Stift von (H) aus seinen 24stündigen Weg von 24 Zollen neu beginnt. — Der Sydney'er Apparat scheint, aus einer später zu erwähnenden Andeutung des Herrn Russell zu schliessen, den Newcastle'r schwankenden Zylinder mit der österreichischen Befestigungsart des Hauptstiftes zu verbinden, nur dass dieser in Sydney von der Uhr geführt wird.

Die hier beigefügte Zeichnung I ist die verkleinerte Wiedergabe des Papierbogens mit der Tageskurve der Maschine zu Newcastle, die Zeichnung II stellt verjüngt eines der 367 Blätter von Sydney dar. Die starken Horizontallinien beider Zeichnungen bedeuten ganze Fusse der Höhe, die schwachen Viertelfusse derselben; die wirkliche Eintheilung in Zolle unterblieb wegen der Kleinheit des Massstabes. Die starken Vertikalstriche bezeichnen Stunden, die schwachen bei dem Sydney'er Bogen Zeiträume von 10 Minuten, bei dem Newcastle'r halbe Stunden; die zweifache Unterabtheilung jeder halben Stunde findet sich auch schon nicht mehr auf dem Newcastle'r Originalblatte.

Man sieht, dass bei I die Kurven hintereinander liegen, weil derselbe schwarze Stift dort 24 Stunden lang ununterbrochen fortzeichnet, dass aber bei II der eine (blaue) Stift schon nach 12 Stunden den Bogen überschritten hat, demnach die zweite (rothe) Kurve über die erste hinweg oder ihr mehr oder minder parallel auf denselben Bogen beschrieben wird. Man bemerkt, wie bei I die Kurve alle kleinen Bewegungen des Seespiegels durch den Wind registrirt, und wie die Amplituden dieser Bewegungen auf den Gipfeln und in den Thälern, namentlich aber auf ersteren, am grössten sind, worüber wir oben sprachen. Bei II ist die Kurve hier nur eine einfache Linie, weil die uns zugesandte Durchzeichnung nur die Durchschnitte aller kleinen Kräuselungen zu enthalten braucht. Die Sydney'er Anordnung

der täglichen Doppelkurve scheint uns vor der Newcastle'r den Vorzug zu haben, dass sich bei ihr Tag- und Nachtkurven leichter mit einander vergleichen lassen, was bei unseren Untersuchungen z. B. von Wichtigkeit war.

Zu dem über das Sydney'er Blatt und sein Netz schon Gesagten ist noch hinzuzufügen, dass letzteres 32 Zentimeter hoch und 48½ lang ist, dass die Ziffern der Stunden von links nach rechts, die Fuss von unten nach oben an den Rändern bezeichnet sind, dass die Stunden von 9 Uhr Morgens bis 9 Uhr Abends und von da für die zweite Kurve wieder bis 9 Uhr Morgens reichen, und dass über jedem Blatte das zum Datum Gehörige so weit gedruckt ist, um nur der Ausfüllung durch eine Ziffer zu bedürfen. Die Wörter „Hoch-" und „Niedrigwasser" an den beiden Längsseiten verhindern die Verwechselung von Kurvengipfeln mit -thälern.

Der Erläuterung bedarf

b) Die Tafel I am Ende dieses Buches, welche die Kurven des Jahrganges zusammenfasst.

Alle 365 Blätter oder Netze von je fast 0,50 Meter Länge würden zusammen einen Papierstreifen von 177,025 Metern bilden, welcher, hergestellt, eine Uebersicht des Ganzen, die Vergleichung selbst nur einer kürzeren Strecke, eines Monates z. B., unmöglich machen, die genaue Parallelisirung weniger Tage sogar sehr erschweren würde. Nur im einzelnen messend und rechnend, nicht überschauend, konnten wir demnach längere Stücke und das Ganze studiren. Die gefundenen Ergebnisse hätte der Leser aber immer nur auf Treu und Glauben anzunehmen gehabt, was wir durchaus zu vermeiden wünschen mussten. Es lag uns selbstverständlich sehr daran, dass jeder für sich nachzustudiren in den Stand gesetzt werde. Daher galt es, eine Länge von mehr als 1¾ hundert Metern auf eine solche von 3¾ M. zusammenzudrängen und dabei doch nichts Wesentliches zu verlieren. Die Tafel I zeigt, wie das geschehen, und wie zugleich noch Raum gewonnen worden ist, um einestheils fernere, eigene Studien des Lesers zu erleichtern, anderntheils schon erzielte Resultate unserer Diskussion zu veranschaulichen.

Sechs Liniensysteme unter einander, von je zwei Monaten, stellen die Kurven des ganzen Jahres mit genauer Innehaltung der Schwankungs-Amplituden des Seespiegels dar. Dabei mussten die Kurven der täglichen

Fluten, welche auf den Originalblättern über- und untereinander lagen, hintereinander gelegt werden, weil nur so die Kontinuität derselben ohne Verwirrung zur Darstellung zu bringen war.

Bei dieser Zusammendrängung mussten die horizontal gestreckten Kurven der Originalblätter, wie sie unsere obige Figur II zeigt, in vertikal gestreckte verwandelt werden. Die Eintheilung in Stunden musste also wegen Enge des Raumes fallen, und nur eine solche in halbe Tage konnte bleiben, welche indessen für unsere Zwecke auch hinreicht, da mitgetheilte Tabellen das Fehlende ersetzen. Die Grenzen der halben Tage, Mittag und Mitternacht, sind über jedem Systeme durch die Bezeichnungen Mg. und Mt. unterschieden.

Weil zum Verständnisse des in den Kurven ausgesprochenen Wechsels der Fluterregenden Kräfte eine Bezeichnung der betreffenden Ephemeriden des Mondes unerlässlich war, so wurden dieselben in dem Raume für die Tagesdaten über den Systemen durch Zeichen und Abkürzungen angegeben. ● bedeutet Neumond, ☽ erstes Viertel, ○ Vollmond, ☾ letztes Viertel. ⋙→N und ⋙→S bezeichnen die Zeiten, zu welchen der Mond, den Aequator überschreitend, für Sydney gleich hohe tägliche Fluten erregen musste; der Pfeil und die Buchstaben N und S deuten an, ob die Bewegung nach der nördlichen oder südlichen Halbkugel gerichtet war. En. heisst Erdnähe, Ef. Erdferne.

Unter den Hauptsystemen laufen zwei andere engere hin, von denen das obere die mittlere Seespiegelhöhe für jeden Tag, das untere diejenige für die Zeiträume bezeichnet, während welcher der Mond über der Nord- oder Südhemisphäre stand.

Die Lücken in den Kurven entstanden durch Unterbrechungen in der Thätigkeit der Maschine.

1. Kapitel.

Gesammtüberblick über den Kurvenzug des ganzen Jahres zum Zwecke einer Vergleichung mit dem, was das Newton'sche Attraktionsgesetz uns erwarten lässt.

Diese wahrscheinlich in ihrer Art erste graphische und auf einmal übersichtliche Darstellung der Seespiegel-Oszillationen, welche wir Gezeiten nennen, gewährt, als auf rein mechanischem Wege und zugleich an so

günstiger Stelle entstanden, ein besonderes Interesse. Hier hat eine todte Maschine gearbeitet, und was sie zeigt, ist unwidersprechlich ein Richtiges. Alle Einwendungen und Zweifel, welche sich gegen ein Produkt der Spekulation und blosser Rechnung kehren können, fallen fort. Wir haben hier vielmehr einen Prüfstein vor uns, an dem sich die Wahrheit oder Irrigkeit rein auf geistigem Wege erreichter Ergebnisse in Bezug auf das Flutphänomen herausstellen muss.

Ueberfliegen wir die sechs je zweimonatlichen Liniensysteme, so finden wir innerhalb derselben zunächst einen ohne fast jede Unterbrechung weitergehenden Wechsel kürzerer und längerer Schlingen, von denen jede eine Flut und Ebbe repräsentirt. Jeder einzelne Wechsel der Schlingenhöhe fällt, wie uns die senkrechten Linien und überstehenden Tagesdaten zeigen, innerhalb der Zeit von 24 Stunden, in Uebereinstimmung mit der Newton'schen Theorie und mit den tausend und aber tausend älteren Beobachtungen an den verschiedensten Stellen der Erde.

Schreitet das Auge langsamer über den Kurvenzug dahin, so stösst es allerdings auf Wandlungen in dem anfänglich anscheinenden Einerlei der Tagesschwankungen des Seespiegels. Innerhalb eines jeden Monates begegnet der Blick zweimal Orten, an denen wenigstens die beiden täglichen Gipfel gleich hoch sind, wenn auch die Thäler dort fortfahren, in ihrer respektiven Senkung gleichmässig weiter oder in entgegengesetzter Folge zu alterniren. Solche Stellen fallen besonders in den Monaten März, April, September und Oktober auf.

Wird an derlei Orten die obenher mitlaufende Reihe der Mond-Ephemeriden-Zeichen befragt, so findet sich, dass die gleich hohen Gipfel nebst Umkehr ihres nachfolgenden Höhenwechsels gegen den früheren bald nach den Zeichen ⋙→ N oder ⋙→ S fallen, an die Stellen, wo die Bahn des Mondes, also dessen senkrecht gerichtete direkte Anziehung, von einer zur andern Halbkugel hingehend, den Aequator überschritten und den höheren Gipfel mit sich geführt hat. Daraus ergibt sich demnach auf den ersten Blick die Richtigkeit der Newton'schen Folgerungen, dass nämlich erstens die Flutaufwölbungen des Meerwassers auf der dem Monde zugekehrten Erdseite stetig am höchsten sind, dass sie zweitens als solche der senkrechten Anziehungsrichtung folgen müssen, dass drittens ein ungleiches tägliches Flutenpaar beiden Halbkugeln getrennt zufalle, das eine der nördlichen, das andere der südlichen. Bei den Kreuzungen der Mondbahn mit dem Aequator wird sich also nothwendig die Ordnung des täglichen Flutenwechsels umkehren; „hoch, tief," „hoch, tief" geht durch „gleich hoch" in „tief, hoch,"

„tief, hoch" über. In den Monaten März, April, September und Oktober wird das am auffallendsten, weil das Uebertreten des Mondes alsdann in die Syzygien fällt, bei denen Mond und Sonne zugleich auf ein paar Tage dem Aequator als scheinbarer Tagesbahn folgen und ihre Wellenhöhen addiren.

Jedes beliebige Fluten empfangende Ufer wird diese Wechsel wahrnehmen, wenn auch freilich nicht in demselben Maasse und niemals in dem genauen ihrer wirklichen Grösse, denn wir wissen, dass jede Welle durch ihre ringförmige Verbreitung an Höhe verliert, dass also die weiter hergekommene mehr von ihrer ursprünglichen Höhe verloren haben muss, als die schon nach kürzerem Wege zur Beobachtung gelangte. Wir sehen aber auch an den Kurven, dass für Sydney dieser Umstand nicht die wahren Höhenunterschiede zu verwischen, wenn auch zu vermindern im Stande ist, wie sich das später herausstellen wird.

Weiter fällt uns ohne Weiteres eine monatlich zweimal sich wiederholende Anschwellung und Zusammenschrumpfung der Oszillations-Amplituden auf. Die Höhen der Wellen zwischen Gipfeln und Thälern schwanken bei den so bezeichneten Gruppen zwischen Unterschieden der Verdoppelung etwa bis zur Vervier- oder Verfünffachung, wenn grösste Ungleichheiten in's Auge gefasst werden.

Sehen wir uns rücksichtlich dieser Schwankungen wieder die Ephemeriden-Zeichen an, so finden wir, dass die grössten Oszillations-Amplituden mit Neu- und Vollmond, die kleinsten mit erstem und letztem Viertel zusammenfallen. Die oben angeführte Newton'sche Erklärung über nothwendige Addition der Mond- und Sonnenwellenhöhen in den Syzygien und anscheinend doppelte Subtraktion in den Quadraturen ergibt sich also ebenfalls als in den Sydney'er Kurven illustrirt und als richtig.

Feinere Vergleichungen innerhalb unseres graphischen Wellenbildes, welche die Harmonie der Erfahrungen mit strengsten Konsequenzen des Attraktionsgesetzes darthun, wollen wir der Klarheit willen einstweilen beiseite lassen und übergehen zum

2. Kapitel.

Unsere Widerlegung des Whewell'schen Isorachienlaufes durch die Sydney'er Kurven bestätigt.

Wenn wir die so eben besprochenen auffallenden Wechsel im Kurvenzuge zusammenhalten mit den über ihnen angedeuteten Ephemeriden des

Mondes, so bemerken wir einen Umstand stehend durch das ganze Jahr vorhanden: Weder die Umkehr der Fluthöhen bei den Uebergängen der direkten Anziehung des Mondes über den Aequator, noch die Anschwellungen und Abnahmen der Oszillations-Amplituden bei Syzygien und Quadraturen fallen genau zusammen mit den sie erzeugenden Ursachen, sondern fast stets um 2 bis 3 Tage nachher. Wo die Zeichen ⋙⟶N und ⋙⟶S stehen und also die Umkehr des Höhenwechsels der täglichen Flutpaare fordern, da sehen wir noch ein paar Tage verstreichen, bis ein Zwillingspaar gleich hoher Wellen eintritt und hinterher die frühere kleinere zur grösseren wird, und umgekehrt. Wo oben Neu- und Vollmond verzeichnet stehen, da dauert es noch 2, 3 bis 4 Tage, ehe Flut und Ebbe um ein Maximum von einander abweichen.

Wir wollen der grösseren Deutlichkeit willen die Fälle einzeln durchgehen.

Am 12. Januar passirt der Mond den Aequator von Norden nach Süden hin; am 15. und 16. Januar erst erscheinen die entsprechenden gleichhohen Wellenpaare.

Am 23. Januar kreuzt die Mondbahn den Aequator zurück nach Norden; am 28. Januar sind die Wellengipfel gleich hoch.

In der Nacht vom 8. auf den 9. Februar wechselt die senkrechte Anziehung des Mondes die Halbkugeln nach Süden; am 11. und 12. Februar haben wir erst die gleichen Doppelfluten.

Am 21. Februar tritt die Mondbahn zur nördlichen Halbkugel über; am 24. und 25. Februar zeigen die zwei Tagesfluten dieselbe Oszillationsweite.

Am 8. März haben wir den Uebergang südwärts; am 10. März die Gleichhöhe der Wellen. In der Nacht vom 20. zum 21. März ist Wechsel nach Norden; am 22. das gleiche Flutenpaar.

Die entsprechenden Bewegungen und ihre Folgen finden sich ferner am 4. und 6. April, am 16. und 17. April (Fall naher Gleichzeitigkeit), am 1. und 2. — 3. Mai, am 14. und 15. Mai (2. Fall naher Gleichzeitigkeit), am 29. und 30. Mai, am 10. — 11. und 11. — 12. Juni (Fall kürzeren Zeitabstandes), am 25. und 27. Juni, am 7. — 8. und 9. — 10. Juli, am 22. — 23. und 25. Juli, am 4. und 6. August, am 18. und 21. — 22. August, am 31. August — 1. September und 3. — 4. September, am 14. — 15. und 18. — 19. September, am 27. — 28. September und 1. Oktober, am 12. und 15. Oktober, am 25. und 27. — 28. Oktober, am 8. — 9. und 11. November, am 21. und 23. — 24. November, am 6. und 9. Dezember, am 18. — 19. und 21. — 22. Dezember.

Die höchsten Fluten treten ein

bei dem Vollmonde am 6. Januar nach 3 Tagen,
„ „ Neumonde „ 20. „ nach 2 und 3 Tagen,
„ „ Vollmonde „ 4. Februar nach 3 und 4 Tagen,
„ „ Neumonde „ 17. „ nach 3 Tagen,
„ „ Vollmonde „ 6. März nach 2 Tagen,
„ „ Neumonde „ 20. „ nach 1 Tage (und 2 Tage früher),
„ „ Vollmonde „ 4. April nach 4 Tagen,
„ „ Neumonde „ 19. „ nach 3 und 4 Tagen,
„ „ Vollmonde „ 4. Mai nach 2 1/2 Tagen,
„ „ Neumonde „ 18. „ nach 3 und 4 Tagen,
„ „ Vollmonde „ 2. Juni nach 2 1/2 Tagen,
„ „ Neumonde „ 17. „ nach 2 und 3 Tagen,
„ „ Vollmonde „ 1. Juli nach 3 und 4 Tagen,
„ „ Neumonde „ 16. „ nach 2 und 3 Tagen,
„ „ Vollmonde „ 31. „ nach 1 und 2 Tagen,
„ „ Neumonde „ 15. August nach 2 und 3 Tagen,
„ „ Vollmonde „ 29. „ nahe gleichzeitig und nach 1 Tage,
„ „ Neumonde „ 14. September gleichzeitig und nach 1 Tage,
„ „ Vollmonde „ 28. „ nahe gleichzeitig u. nach 1 Tage,
„ „ Neumonde „ 13. Oktober gleichzeitig und bis nach 4 Tagen,
„ „ Vollmonde „ 27. „ nach 2 und 3 Tagen,
„ „ Neumonde „ 12. November nach 2 bis 5 Tagen,
„ „ Vollmonde „ 26. „ nach 1 bis 3 Tagen,
„ „ Neumonde „ 11. Dezember nach 4 Tagen,
„ „ Vollmonde „ 26. „ nach 2 bis 5 Tagen.

Ganz analog liegen die kleinsten Fluten erst immer hinter den Quadraturen her, wie es auf der Tafel nachzusehen ist und darum hier nicht weiter ausgeführt zu werden braucht. Es sind auch hier, wie bei den obigen Fällen der Wechsel und Springfluten, die Verspätungsräume am kleinsten um die Aequinoktien. An allen Stellen der Umkehr der Gipfelhöhen bemerken wir, was, als ebenso wichtig wie diese, in's Auge gefasst werden muss, dass der kurzdauernde Gipfel-Parallelismus sich gleichfalls wieder nach 1, 2 und 3 Tagen in einen solchen der Thäler verwandelt und zwar immer nach einem gleichen Zeitraume, wie er die Gipfelgleichheit von dem Uebertritte des Mondes über den Aequator trennt.

Der weiter unten folgende Nachweis der Ursachen der kleineren Verspätungen, so wie der sonst verschiedenen Ungleichheit der letzteren wird

zeigen, dass ihre Regelmässigkeit durch sie nur einen scheinbaren Abbruch erleidet, dass das Zurückbleiben der Wirkungen gegen ihre Ursachen also eine feste Regel ist.

Diese Erscheinung nun zeigt sich also am australischen Ostufer, welches die Wellen des grossen Ozean's direkt empfängt, ganz ebenso wie an englischen und französischen Gestaden, folglich kann nicht ein um ein paar Tage längerer oder kürzerer Weg der Fluten von einem einzigen Primärfluten-Heerde aus ihre Ursache sein, sondern sie muss in dem Umstande gesucht werden, welcher sich aus unserer obigen Betrachtung der 68er Stosswellen ergab, in der Zusammensetzung aller Fluten aus den heutigen primären mit gestrigen, vorgestrigen, vorvorgestrigen u. s. w. Resten der Ausgleichungswellen.

Von der 2, 3 bis 4tägigen Verspätung ist allerdings ein Abzug von zirka 12 Stunden zu machen, wie uns schon die Untersuchung der Stosswellen gelehrt hat. Wir sahen damals, dass die Lunisolar- wie die Stosswellen ungefähr $21^2/_3 - 9^1/_6 = 12^1/_2$ Stunden Sonnenzeit alt bei Sydney von Amerika aus ankamen. Um so viel ist also die wirkliche Verschiebung der Höhenwechsel und Höhen-Maxima und -Minima hinter die Zeitpunkte der veranlassenden Ursachen kürzer.

Diese Bestätigung unseres Schlusses gegen Whewell oder die alte Auffassung der ausserpazifischen Fluten, aus den australischen Kurven herausgelesen, ist ein sehr wichtiges Ergebniss. Mit ihr fällt definitiv eine Quelle von Einwänden gegen die Umsetzungstheorie, wie das oben des weiteren entwickelt wurde.

Vorgehende kurze, aber bedeutsame Betrachtung führt uns auf eine weitere, nahe verwandte im

3. Kapitel.

Scheinbare Unregelmässigkeiten in Betreff der nebeneinander liegenden Flutgipfel und -thäler und des von Tag zu Tage ungleichen, mittleren Meeresspiegels.

Die so eben gefundenen Abweichungen in den Wirkungs-Verspätungen gegen ihre Ursachen haben unsere Aufmerksamkeit auf andere Unregelmässigkeiten lenken müssen, die das Auge im Verfolge des Kurvenzuges entdeckte.

Wir sehen nicht nur ein Erwartetes, nämlich die hohen und niederen ›fel, die tiefen und weniger tiefen Thäler in hüpfender Bewegung nebenander, sondern auch ein Unerwartetes, eine ähnliche, wenn auch minder ›sse Zickzackfolge unter den hohen Gipfeln selbst, zwischen den niederen :er sich, zwischen den tiefen Thälern und den seichten nur mit ihres-ichen verglichen.

Wir sehen ferner oft die Gipfel hüpfen und die zugehörigen Thäler ı gleicher Tiefe, oder die Thäler in scharfem Wechsel, während die gehörigen Gipfel den zeichnenden Stift bis zu genau oder fast gleicher rizontallinie des Netzes führten.

Wir finden weiter, dass auf gewissen kurzen Strecken des Kurven-;es die von der Newton'schen Theorie geforderte Ordnung: Hoher Gipfel, fes Thal, niederer Gipfel, minder tiefes Thal, umgekehrt erscheint, dass o das tiefe Thal vor dem hohen Gipfel, das minder tiefe vor der niederen elle liegt.

Endlich fällt bei der Vergleichung der täglichen Flutenpaare mit den ›ren und unteren Kulminationen des Mondes durch die ganze Kurvenreihe ı Jahres hindurch ein anscheinender, sehr bedenklicher Widerspruch gen die Theorie Newton's auf, der allerdings auf unserer Tafel I wegen : Verkleinerung nicht sichtbar gemacht werden konnte. Die Fluten er-gen nämlich in Sydney nicht in der erwarteten Ordnung: Oberer Meridian-:ehgang, hohe Flut, unterer Meridiandurchgang, niedere Flut, sondern ·ade umgekehrt. Zudem folgt auf den Meridianstand des Mondes in lney immer erst eine Ebbe und dann, eine Reihe von Stunden nachher, nicht erwartete Flut.

Alle diese Dinge bedürfen der gründlichsten Beleuchtung. Wir be-.nen dieselbe bei dem letztgenannten Umstande, weil wir durch seine ‹lärung auch in den Stand gesetzt werden, alle andern aufgezählten regelmässigkeiten gerade als strenge Folgen der Gesetzlichkeit zu erkennen.

a) Die anscheinend abnorme Folge der Fluten zu Sydney.

Es stellte sich bei unserer Betrachtung der 68er Stosswellen heraus, ;s sich dieselben auf eine Lunisolarwelle legten, welche erst 9 Stunden :h dem Durchgange des Mondes durch den Meridian von Arica dort an Ufer schlug. Sie hatte sich in einem mehr zentralen Theile des pazifi-ıen Ozean's gebildet und sandte ihre erste Ausgleichungswelle nach allen ten, unter andern auch nach Osten, wo sie am Ufer die Stosswellen

aufnahm und nun mit ihnen als reflektirte Welle ihren Weg nach Australien nahm.

Die Hafenzeit von Arica ist im Mittel immer 9^h, also ist der Verlauf bei allen Lunisolarwellen dort annähernd der gleiche.

Arica liegt aber im Hintergrunde einer breiten Einbuchtung von solcher Tiefe, dass nach der v. Hochstetter'schen Karte die Stosswellen 1 Stunde gebrauchten, um aus ihr heraus bis zu einer Stelle zu gelangen, auf welche die gerade verlaufende Küste treffen würde. An diese Stelle also werden die Lunisolarwellen vom Ozeane aus 1 Stunde früher gelangen, als nach Arica, demnach auch an die Küste nördlich und südlich 9 — 1 = 8 Stunden nach dem Meridiandurchgange des Mondes anschlagen. Dieselbe wird durchschnittlich eine Hafenzeit von 8^h haben.

Da der Mond selbst vom Meridiane Arica's bis zu dem von Sydney 9 St. 25 Min. gebraucht, so ist er also schon bis auf 9 St. 25 Min. — 8 St. = 1 St. 25 Min. vor letzterem angelangt, wann seine direkte Welle vom südamerikanischen Ufer abgeht. 21 St. 40 Min. später erreicht dieselbe Sydney, wie es die Stosswellen gezeigt haben, der Meridianstand des Mondes gelangt aber auch wieder dorthin nach durchschnittlich 24 Stunden 48 Minuten, folglich holt immer sein folgender Meridianstand seine vortägige direkte Reflexionswelle bis auf 3 St. 8 Min. etwa ein.

Die indirekte Welle des Mondes (auf der von ihm abgekehrten Erdseite) bildet sich in gleicher geographischer Länge durchschnittlich 12 St. 24 Min. später aus, als die direkte. Nun haben aber die amerikanischen Westufer nördlich des Aequators bis zum Wendekreise hin um $^1/_2$ bis 2 Stunden, durchschnittlich also etwa 1 Stunde mehr westliche Länge, als die südlichen bis zum Wendekreise. Die zweite (indirekte) Mondwelle entsteht demnach nördlich um $12^2/_5 + 1 = 13^2/_5$ Stunden nach der südlichen ersten (direkten). Zum Anschlagen und zur Reflexion kommt sie aber um durchschnittlich 1 Stunde eher nach ihrer Ausbildung, als die südliche, weil die Hafenzeiten in der Nähe des nördlichen Wendekreises nach Whewell's Zusammenstellung durchschnittlich nur etwa 7^h betragen, gegen 8^h um den südlichen Wendekreis, und äquatorwärts noch geringer sind. Zugleich findet sich, wenn wir auf dem Globus mit der Entfernung Sydney-Callao etwa einen Kreis um Sydney schlagen, dass von den kalifornischen Küsten her der Weg um etwa eine der Stundenstrecken der v. Hochstetter'schen Stosswellen-Karte kürzer ist, als der von gleicher südlicher Breite her, folglich beginnt der nördliche Ausgleichungsring seinen Lauf nach Australien hin um durchschnittlich $12^2/_5 + 1 - 1 = 12^2/_5$ St.

hinter dem südlichen her, kommt aber in Australien an um $12^2/_5 - 1 = 11^2/_5$ St. nach der südlichen Welle, oder um $11^2/_5 - 3^2/_{15} =$ etwa $8^1/_4$ St. nach dem Sydney'er Meridianstande des Mondes, wie es sich denn auch in unserer bald mitzutheilenden Liste der Sydney'er Hafenzeiten herausstellt.

Ganz ebenso muss sich naturlich die Sache verhalten, wenn die Wellen umgekehrt liegen, d. h. wenn die direkte Mondwelle nördlich, die indirekte südlich des Aequators sich ausbildet.

Es ist also auf diese Weise die Nothwendigkeit des Sachverhaltes bei Sydney klar geworden. Der Meridianstand des Mondes muss dort unveränderlich gleichsam auf dem Schweife seiner vortägigen direkten Reflexionswelle reiten, und seiner vortägigen indirekten Flut um durchschnittlich $8^1/_4$ Stunden vorangehen.

Der primäre Flutantheil, welchen er unmittelbar mitführt, verlängert den Ostsaum der vortägigen Ausgleichungswelle um ein Gewisses, wird aber natürlich nicht als selbstständig sichtbar.

Damit sehen wir denn auch, was für alle westwärts liegenden Gestade gelten muss, dass die gestaltbestimmenden Theile der Fluten ältere, reflektirte oder Sekundärwellen sind, an welche sich die primären neuen Fluten nur modifizirend anlehnen.

b) Das Hüpfen der gleichnamigen Gipfel und Thäler untereinander, oder die Ausgleichungen von 2 bis 3 Tagen.

Bei der Gleichmässigkeit und Allmäligkeit der Veränderungen der Mond-Konstellation muss es auffallen, dass wir an dem Kurvenzuge, dem Ausdrucke dieser Veränderungen, eine gewisse Unruhe, d. h. einen gewissen Zickzackverlauf der gleichnamigen Bewegungsgrenzen bemerken, die doch, sollte man meinen, ebenso gleichmässig und allmälig schwanken müssten.

Es tritt uns besonders deutlich an den Stellen, wo der Mond durch seinen Uebergang über den Aequator einen Parallelismus der Gipfel erzeugt, entgegen, dass dieses Gleichmaass durchschnittlich 2 Tage nach dem Statthaben des Ueberganges eintritt. Besonders merkwürdig erscheint es an diesen Stellen ferner, dass immer um einen dem genannten gleichen Zeitraum später die Gleichhöhe der Gipfel sich in eine vorübergehende Gleichtiefe der Thäler verwandelt. Betrachten wir die hüpfende Bewegung gleichnamiger Wellenspitzen und -thäler an andern Stellen, so ergibt sich

ebenfalls stets ein Zeitraum von 2 bis 3 Tagen, um welchen die ähnlich vor- oder einspringenden Zickzackecken auseinanderliegen.

Die Reflexionsverhältnisse des pazifischen Ozean's, zusammen mit den Wellengeschwindigkeiten erklären diese Umstände.

Wie die Fluten von der amerikanischen Westküste konvergirend nach den australischen Ostgestaden reflektirt werden, so kehren sie, von dort abermals zurückgeworfen, divergirend nach den gesammten amerikanischen Westgestaden zurück, um durch dieselben zum zweiten Male nach Westen retour gesandt zu werden u. s. w., bis sie ersterben. Der erste Hingang nach Australien zusammen mit der Rückkehr nach Amerika dauert $2 . 21^2/_3 = 43^1/_3$ Stunden. Von einer ersten Reflexion einer Welle am westamerikanischen Ufer bis zur zweitfolgenden ersten Reflexion der gleichnamigen Welle zwei Tage später vergehen im Mittel $2 . 24^4/_5$ = ungefähr $49^1/_2$ Stunden, folglich wird eine von der australischen Küste nach Amerika hin reflektirte Welle dort zirka 6 Stunden früher ankommen, als die erste direkte Welle des zweitfolgenden Tages dort anschlägt und reflektirt wird. Die doppelt reflektirten Wellen werden also von Australien her stets bei Amerika eintreffen, wenn sich dort ungefähr das Ebbethal vor der zweitfolgenden direkten Welle befindet, und werden dasselbe auffüllen. Dieses verflachte Thal wird also bei seiner neuen Ankunft in Australien gegen seinen gleichnamigen nächsten Vorgänger weniger tief erscheinen. Gleicherweise wird nothwendig dieselbe Verschiebung und Beeinflussung innerhalb des zweitägigen Wellen- und Thälersystems stattfinden, so dass, wie die höheren Gipfel die entsprechenden, d. h. gleich weit abliegenden Thäler verflachen, auch die tieferen Thäler die entsprechenden folgenden Gipfel erniedrigen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass, nach der Konfiguration des grossen Ozeanes, diejenigen Theile der Ausgleichungswellen-Ringe, welche zuerst an die Ufer Neuguineas, der Philippinen, Chinas und Japans anschlagen und von dort, freilich viel weniger gleichmässig reflektirt, nach Amerika zurückkehren, diese Wege in fast den gleichen Zeiten zurücklegen, wie die eben besprochenen amerikanisch-australischen, und von der amerikanischen Küste nun alle nach Australien zurückgeworfen werden, also den Effekt der beschriebenen Verschiebung vergrössern helfen.

Untersuchen wir noch den weiteren Verlauf der verschobenen Ueberdeckung, so finden wir, dass ein viermaliger Weg der amerikanisch-australischen Wellen eine Zeitdifferenz von $4 . 24^4/_5 - 4 . 21^2/_3$ = etwa $12^1/_2$ Stunden veranlasst, wonach also ein Gipfel am vierten folgenden Tage seinen viertfolgenden ungleichnamigen Gipfel etwas seitlich erhöhen, ein Thal

sein viertfolgendes ungleichnamiges Thal an ähnlicher Stelle vertiefen muss. Nach einer solchen Zeit wird diese Art der Beeinflussung wegen Ersterbens der Ausgleichungswellen ihr Ende für die Sichtbarkeit gefunden haben.

Wenn sich gegen diese Darlegung wohl der Einwand machen liesse, dass eine kontinuirlich so verschobene Ueberdeckung denn doch wieder nur ein Gleichmässiges erzeugen müsse, so wird man sogleich von demselben abstehen, wenn man sich an die übrigen Ursachen ursprünglicher Wellenungleichheiten erinnert, die nach ganz andern Regeln einwirken, an die Verschiebung der Mondwellen über die der Sonne hin, an den ungleichen Höhenverlust der Ausgleichungswellen auf verschieden langen und verschieden durch Inseln behinderten oder offenen Wegen nach Sydney.

Wenn wir nun auf die oben in einzelnen Fällen der Aufzählung und kleinen Liste, auf S. 61, hervorgetretene Ungleichmässigkeit der Tageabstände zu reden kommen, um welche bei den Zeichen ⋙⟶ n und ⋙⟶ s die wirklich parallelen Gipfel der Angezeigtheit derselben folgen, so hängt dieselbe, wie auf der Hand liegt, davon ab, um welches Maass die Gipfel unter den Zeichen hüpfen, d. h. an Höhe differiren; dieses Maass aber richtet sich wieder erstens nach der Stellung des Mondes zur Sonne oder der gegenseitigen Ursprungslage ihrer entsprechenden Flutenaufwölbungen zu den Zeiten der Mondübergänge über den Aequator, zweitens danach, ob die höhere Welle von Süden oder Norden her sich dem Aequator näherte und ihre Ausgleichungswellen aus kleinerer oder grösserer Ferne nach Sydney sandte. Die kürzeren Zeitintervalle zwischen Syzygien und höchsten Fluten im März, September und Oktober erklären sich einfach aus der alsdann immer äquatorialen Lage der Hochflutenbahn, in Folge von welcher die Ausgleichungen früherer Tage dem nahen Sydney schon nahezu höchste Wellen zuschicken.

Im Januar und Februar, wann die Mondübergänge hinter Voll- und Neumond her stattfinden, deren weitest auseinanderliegende tägliche primäre Doppelfluten-Antheile Sydney aus Entfernungen von resp. 7 und 63, oder mindestens 17 und 53 Meridiangraden her erreichen, ist die Höhenverschiedenheit der beiden Tagesfluten so gross, dass die Herstellung ihrer Gleichhöhe einen längsten Zeitraum beanspruchen muss.

Im März und noch mehr im April, wann die Mondbahn den Aequator dicht hinter, gleichzeitig mit und dicht vor Voll- und Neumond passirt, die beiden täglichen Wellen also nach primären und sekundären Antheilen Sydney aus derselben Entfernung zueilen, muss ihr Höhenunterschied

am unbedeutensten sein, also ihr Höhenwechsel am bäldesten nach den Uebergängen des Mondes über den Aequator erfolgen.

Im Mai dauert zuerst noch dieses Verhältniss fort, dann aber liegen hier schon immer mehr, wie im Juni und Juli am meisten, die Aequator-Passagen des Mondes dicht vor, in und dicht nach den Quadraturen, also in Zeiten kleinster Ursprungsdifferenz der täglichen Doppelwellen, und so muss also ihre Höhenumkehr auch in kürzeren Fristen stattfinden. Ebenso zwingt die nun, im August, hinter den Uebergängen in immer grösserer Nähe liegende weitere Oszillation der Voll- und Neumondwellen die Umkehr nach vorwärts und verkürzt ihre Abstände nach rückwärts von den Kreuzungspunkten des Aequators mit der Mondbahn.

Dass für den September uud Oktober sich nicht die Sachlage des März und April genau wiederholt, sondern die Umkehr-Abstände grösser bleiben, als sie in den letzten Monaten waren, hat seinen Grund in etwas anderem, welches sich erst weiterhin erklären lässt.

Ganz aus demselben Grunde stimmen der November und Dezember nicht mit den mittleren Monaten des Jahres überein, und sind auch hier die Abstände grösser, als dort.

Was das stellenweise Umschlagen der Regel: „hohe Welle, tiefes Thal," „niedere Welle, flaches Thal" in's Gegentheil betrifft, welches Umschlagen wir fast ausschiesslich an den Stellen hinter den Zeichen »—> n und »—> s her bemerken und wieder dort namentlich, wo die Oszillation durch die Nähe des hinterher folgenden Voll- oder Neumondes rasch kräftig einsetzt, so findet es theils in den besprochenen Verschiebungsverhältnissen, theils in etwas anderem seine Erklärung, dessen Betrachtung wir noch ein wenig verschieben müssen.

4. Kapitel.

Das von Whewell dargelegte Gesetz der halbmonatlichen Wechsel der Hafenzeiten durch die australischen Kurven bestätigt und illustrirt.

Nichts konnte einen sichereren Prüfstein für die Richtigkeit oder Unrichtigkeit des oben entwickelten, erklärten und veranschaulichten Gesetzes über das alternirende Wachsen und Abnehmen der Hafenzeiten in jeder Halblunation darbieten, als unser Kurven-Jahrgang, wesshalb wir denn auch

mit der grössten Genauigkeit die Sydney'er Hafenzeiten Tag für Tag für obere und untere Kulmination herausgelesen und notirt haben. In der hier mitgetheilten Liste derselben haben wir eine graphische Darstellung der verschiedenen Dauern durch Striche und Rechtecke von abgestufter Stärke nebenher laufen lassen, so dass dem Auge ohne weiteres die Zu- und Abnahme im Ganzen nicht nur, sondern auch für die beiderlei täglichen Kulminationen in ihren gegenseitigen Abweichungen entgegentrete. Die durch Zeichen, Ziffern und Buchstaben angegebenen Ephemeriden des Mondes für Sydney ermöglichen dem Leser eine klare Einsicht in das Ganze.

Die Ephemeridenzeichen sind ● für Neumond, ☽ für erstes Viertel, ○ für Vollmond, ☾ für letztes Viertel, »—> n für Uebergang des Mondes zur nördlichen, »—> s für Uebergang zur südlichen Halbkugel.

Die Striche und schwarzen Rechtecke stufen sich ab, wie folgt: Eine Hafenzeit

von	7^h	bis	7^h 10′	=
„	7^h 10′	„	7^h 20′	=
„	7^h 20′	„	7^h 30′	=
„	7^h 30′	„	7^h 40′	=
„	7^h 40′	„	7^h 50′	=
„	7^h 50′	„	8^h	=
„	8^h	„	8^h 10′	=
„	8^h 10′	„	8^h 20′	=
„	8^h 20′	„	8^h 30′	=
„	8^h 30′	„	8^h 40′	=
„	8^h 40′	„	8^h 50′	=
über	8^h 50			=

Liste der Hafenzeiten zu Sydney.

Ephem.	Januar							
Erste Halblunation.	Januar	1.	U.	Kulm.	$8^h\,17'$	a. m.	Hafenzeit	$8^h\,23^m$
	„	1.	O.	„	$8^h\,38'$	p. m.	„	$8^h\,40^m$
	„	2.	U.	„	9^h	a. m.	„	$8^h\,30^m$
	„	2.	O.	„	$9^h\,23'$	p. m.	„	$8^h\,45^m$
	„	3.	U.	„	$9^h\,47'$	a. m.	„	$8^h\,35^m$
	„	3.	O.	„	$10^h\,10'$	p. m.	„	$8^h\,35^m$
	„	4.	U.	„	$10^h\,35'$	a. m.	„	$8^h\,22^m$
Mond (♋) nördlich	„	4.	O.	„	11^h	p. m.	„	$8^h\,23^m$
	„	5.	U.	„	$11^h\,25'$	a. m.	„	$8^h\,22^m$
	„	5.	O.	„	$11^h\,51'$	p. m.	„	$8^h\,24^m$
	„	6.	U.	„	$0^h\,16'$	p. m.	„	$8^h\,14^m$
	„	7.	O.	„	$0^h\,42'$	a. m.	„	$8^h\,15^m$
	„	7.	U.	„	$1^h\,8'$	p. m.	„	$8^h\,7^m$
	„	8.	O.	„	$1^h\,34'$	a. m.	„	$7^h\,50^m$
	„	8.	U.	„	2^h	p. m.	„	$7^h\,50^m$
	„	9.	O.	„	$2^h\,25'$	a. m.	„	$7^h\,40^m$
	„	9.	U.	„	$2^h\,50'$	p. m.	„	$7^h\,50^m$
	„	10.	O.	„	$3^h\,14'$	a. m.	„	$7^h\,35^m$
	„	10.	U.	„	$3^h\,39'$	p. m.	„	$7^h\,50^m$
	„	11.	O.	„	$4^h\,3'$	a. m.	„	$7^h\,20^m$
	„	11.	U.	„	$4^h\,28'$	p. m.	„	$7^h\,42^m$
	„	12.	O.	„	$4^h\,52'$	a. m.	„	$7^h\,22^m$
	„	12.	U.	„	$5^h\,16'$	p. m.	„	$7^h\,50^m$
	„	13.	O.	„	$5^h\,40'$	a. m.	„	$7^h\,20^m$
	„	13.	U.	„	$6^h\,4'$	p. m.	„	$7^h\,50^m$
	„	14.	O.	„	$6^h\,29'$	a. m.	„	$7^h\,40^m$
	„	14.	U.	„	$6^h\,55'$	p. m.	„	$7^h\,50^m$
	„	15.	O.	„	$7^h\,20'$	a. m.	„	$7^h\,25^m$
	„	15.	U.	„	$7^h\,48'$	p. m.	„	$8^h\,2^m$
	„	16.	O.	„	$8^h\,16'$	a. m.	„	8^h
	„	16.	U.	„	$8^h\,45'$	p. m.	„	$8^h\,8^m$
	„	17.	O.	„	$9^h\,14'$	a. m.	„	$8^h\,7^m$
	„	17.	U.	„	$9^h\,44'$	p. m.	„	$8^h\,8^m$
	„	18.	O.	„	$10^h\,14'$	a. m.	„	$8^h\,12^m$
südlich	„	18.	U.	„	$10^h\,46'$	p. m.	„	$8^h\,10^m$
	„	19.	O.	„	$11^h\,16'$	a. m.	„	$8^h\,14^m$
	„	19.	U.	„	$11^h\,47'$	p. m.	„	$8^h\,55^m$
●	„	20.	O.	„	$0^h\,16'$	p. m.	„	8^h

Zweite Halblunation (Januar 21. – Januar 31.) — Dritte Halblunation (Februar 1. – Februar 19.)

Ephem.: Mond nördlich … Mond südlich

Monat	Tag			Zeit			Hafenzeit
Januar	21.	U.	Kulm.	0^h 45'	a. m.	Hafenzeit	8^h 10^m
„	21.	O.	„	1^h 14'	p. m.	„	7^h 50^m
„	22.	U.	„	1^h 42'	a. m.	„	7^h 30^m
„	22.	O.	„	2^h 7'	p. m.	„	7^h 48^m
„	23.	U.	„	2^h 33'	a. m.	„	7^h 31^m
„	23.	O.	„	2^h 57'	p. m.	„	7^h 45^m
„	24.	U.	„	3^h 20'	a. m.	„	7^h 33^m
„	24.	O.	„	3^h 42'	p. m.	„	7^h 53^m
„	25.	U.	„	4^h 4'	a. m.	„	7^h 36^m
„	25.	O.	„	4^h 26'	p. m.	„	7^h 49^m
„	26.	U.	„	4^h 47'	a. m.	„	7^h 30^m
„	26.	O.	„	5^h 8'	p. m.	„	7^h 56^m
„	27.	U.	„	5^h 29'	a. m.	„	7^h 36^m
„	27.	O.	„	5^h 50'	p. m.	„	8^h 10^m
„	28.	U.	„	6^h 12'	a. m.	„	7^h 28^m
„	28.	O.	„	6^h 33'	p. m.	„	8^h 12^m
„	29.	U.	„	6^h 55'	a. m.	„	8^h 7^m
„	29.	O.	„	7^h 17'	p. m.	„	7^h 58^m
„	30.	U.	„	7^h 40'	a. m.	„	8^h 12^m
„	30.	O.	„	8^h 3'	p. m.	„	8^h 30^m
„	31.	U.	„	8^h 27'	a. m.	„	8^h 51^m
„	31.	O.	„	8^h 51'	p. m.	„	8^h 38^m
Februar	1.	U.	„	9^h 16'	a. m.	„	8^h 46^m
„	1.	O.	„	9^h 42'	p. m.	„	8^h 30^m
„	2.	U.	„	10^h 7'	a. m.	„	8^h 30^m
„	2.	O.	„	10^h 34'	p. m.	„	8^h 20^m
„	3.	U.	„	11^h	a. m.	„	8^h 25^m
„	3.	O.	„	11^h 26'	p. m.	„	8^h 16^m
„	4.	U.	„	11^h 53'	a. m.	„	8^h 15^m
„	5.	O.	„	0^h 19'	a. m.	„	8^h
„	5.	U.	„	0^h 45'	p. m.	„	8^h 2^m
„	6.	O.	„	1^h 10'	a. m.	„	7^h 53^m
„	6.	U.	„	1^h 35'	p. m.	„	7^h 38^m
„	7.	O.	„	2^h	a. m.	„	7^h 40^m
„	7.	U.	„	2^h 24'	p. m.	„	7^h 45^m
„	8.	O.	„	2^h 48'	a. m.	„	7^h 35^m
„	8.	U.	„	3^h 13'	p. m.	„	7^h 32^m
„	9.	O.	„	3^h 37'	a. m.	„	7^h 25^m
„	9.	U.	„	4^h 2'	p. m.	„	7^h 40^m
„	10.	O.	„	4^h 27'	a. m.	„	7^h 18^m
„	10.	U.	„	4^h 52'	p. m.	„	7^h 33^m
„	11.	O.	„	5^h 18'	a. m.	„	7^h 20^m
„	11.	U.	„	5^h 44'	p. m.	„	7^h 32^m
„	12.	O.	„	6^h 10'	a. m.	„	7^h 19^m
„	12.	U.	„	6^h 38'	p. m.	„	7^h 37^m
„	13.	O.	„	7^h 6'	a. m.	„	7^h 48^m
„	13.	U.	„	7^h 35'	p. m.	„	7^h 51^m
„	14.	O.	„	8^h 4'	a. m.	„	8^h 13^m
„	14.	U.	„	8^h 34'	p. m.	„	8^h 6^m
„	15.	O.	„	9^h 4'	a. m.	„	8^h 26^m
„	15.	U.	„	9^h 34'	p. m.	„	8^h 9^m
„	16.	O.	„	10^h 3'	a. m.	„	8^h 30^m
„	16.	U.	„	10^h 32'	p. m.	„	8^h 4^m
„	17.	O.	„	11^h 1'	a. m.	„	8^h 20^m
„	17.	U.	„	11^h 28'	p. m.	„	8^h 12^m
„	18.	O.	„	11^h 55'	a. m.	„	8^h 22^m
„	19.	U.	„	0^h 20'	a. m.	„	8^h 30^m
„	19.	O.	„	0^h 45'	p. m.	„	8^h 12^m

Halblunation	Ephem.								
Vierte Halblunation.		Februar	20.	U.	Kulm.	1h 10'	a. m.	Hafenzeit	7h 43m
		„	20.	O.	„	1h 33'	p. m.	„	7h 50m
		„	21.	U.	„	1h 56'	a. m.	„	7h 43m
	n ←	„	21.	O.	„	2h 18'	p. m.	„	7h 58m
		„	22.	U.	„	2h 40'	a. m.	„	7h 40m
		„	22.	O.	„	3h 2'	p. m.	„	7h 53m
		„	23.	U.	„	3h 23'	a. m.	„	7h 37m
		„	23.	O.	„	3h 44'	p. m.	„	8h
		„	24.	U.	„	4h 5'	a. m.	„	7h 28m
		„	24.	O.	„	4h 27'	p. m.	„	7h 35m
		„	25.	U.	„	4h 48'	a. m.	„	7h 23m
		„	25.	O.	„	5h 10'	p. m.	„	7h 25m
		„	26.	U.	„	5h 33'	a. m.	„	7h 30m
		„	26.	O.	„	5h 56'	p. m.	„	7h 33m
		„	27.	U.	„	6h 19'	a. m.	„	7h 48m
		„	27.	O.	„	6h 43'	p. m.	„	7h 47m
		„	28.	U.	„	7h 7'	a. m.	„	8h 10m
		„	28.	O.	„	7h 32'	p. m.	„	8h 3m
		März	1.	U.	„	7h 58'	a. m.	„	8h 27m
		„	1.	O.	„	8h 23'	p. m.	„	8h 25m
		„	2.	U.	„	8h 49'	a. m.	„	8h 26m
		„	2.	O.	„	9h 15'	p. m.	„	8h 20m
		„	3.	U.	„	9h 41'	a. m.	„	8h 43m
	nördlich	„	3.	O.	„	10h 7'	p. m.	„	8h 21m
		„	4.	U.	„	10h 36'	a. m.	„	8h 34m
		„	4.	O.	„	10h 58'	p. m.	„	8h 12m
		„	5.	U.	„	11h 24'	a. m.	„	8h 26m
		„	5.	O.	„	11h 50'	p. m.	„	8h 10m
Fünfte Halblunation.		„	6.	U.	„	0h 15'	p. m.	„	8h 15m
		„	7.	O.	„	0h 41'	a. m.	„	7h 57m
		„	7.	U.	„	1h 6'	p. m.	„	7h 59m
	Mond	„	8.	O.	„	1h 31'	a. m.	„	7h 40m
		„	8.	U.	„	1h 56'	p. m.	„	7h 47m
		„	9.	O.	„	2h 21'	a. m.	„	7h 44m
	s ←	„	9.	U.	„	2h 47'	p. m.	„	7h 38m
		„	10.	O.	„	3h 13'	a. m.	„	7h 42m
		„	10.	U.	„	3h 39'	p. m.	„	7h 31m
		„	11.	O.	„	4h 6'	a. m.	„	7h 24m
		„	11.	U.	„	4h 33'	p. m.	„	7h 24m
		„	12.	O.	„	5h 2'	a. m.	„	7h 26m
		„	12.	U.	„	5h 30'	p. m.	„	7h 25m
		„	13.	O.	„	5h 59'	a. m.	„	7h 38m
		„	13.	U.	„	6h 29'	p. m.	„	7h 26m
		„	14.	O.	„	6h 27'	a. m.	„	7h 46m
		„	14.	U.	„	7h 57'	p. m.	„	7h 38m
		„	15.	O.	„	7h 56'	a. m.	„	7h 50m
		„	15.	U.	„	8h 23'	p. m.	„	7h 55m
		„	16.	O.	„	8h 53'	a. m.	„	8h 20m
		„	16.	U.	„	9h 21'	p. m.	„	8h 4m
		„	17.	O.	„	9h 47'	a. m.	„	8h 28m
		„	17.	U.	„	10h 13'	p. m.	„	8h 14m
	südlich	„	18.	O.	„	10h 38'	a. m.	„	8h 27m
		„	18.	U.	„	11h 3'	p. m.	„	8h 12m
		„	19.	O.	„	11h 26'	a. m.	„	8h 18m
		„	19.	U.	„	11h 49'	p. m.	„	8h 6m
		„	20.	O.	„	0h 12'	p. m.	„	8h 13m

Sechste Halblunation.

Ephem.						Hafenzeit
n	März	21. U.	Kulm.	0h 34'	a. m.	Hafenzeit 8h 8m
	„	21. O.	„	0h 56'	p. m.	„ 8h 2m
	„	22. U.	„	1h 17'	a. m.	„ 8h 13m
	„	22. O.	„	1h 38'	p. m.	„ 8h
	„	23. U.	„	2h	a. m.	„ 7h 53m
	„	23. O.	„	2h 21'	p. m.	„ 7h 32m
	„	24. U.	„	2h 43'	a. m.	„ 7h 58m
	„	24. O.	„	3h 4'	p. m.	„ 7h 41m
	„	25. U.	„	3h 26'	a. m.	„ 7h 54m
	„	25. O.	„	3h 49'	p. m.	„ fehlt
	„	26. U.	„	4h 12'	a. m.	„ fehlt
	„	26. O.	„	4h 36'	p. m.	„ fehlt
	„	27. U.	„	4h 59'	a. m.	„ 7h 51m
	„	27. O.	„	5h 23'	p. m.	„ 7h 12m
	„	28. U.	„	5h 48'	a. m.	„ 7h 54m
	„	28. O.	„	6h 13'	p. m.	„ 7h 13m
	„	29. U.	„	6h 38'	a. m.	„ 8h 17m
	„	29. O.	„	7h 4'	p. m.	„ 7h 30m
	„	30. U.	„	7h 30'	a. m.	„ 8h 37m
	„	30. O.	„	7h 55'	p. m.	„ 7h 53m
	„	31. U.	„	8h 21'	a. m.	„ 8h 34m
	„	31. O.	„	8h 47'	p. m.	„ 8h 3m
	April	1. U.	„	9h 12'	a. m.	„ 8h 28m
	„	1. O.	„	9h 38'	p. m.	„ 8h
	„	2. U.	„	10h 3'	a. m.	„ 8h 25m
	„	2. O.	„	10h 28'	p. m.	„ 8h 2m
s	„	3. U.	„	10h 53'	a. m.	„ 8h 13m
	„	3. O.	„	11h 19'	p. m.	„ 8h 9m
	„	4. U.	„	11h 44'	a. m.	„ 8h
	„	5. O.	„	0h 9'	a. m.	„ 7h 53m
	„	5. U.	„	0h 35'	p. m.	„ 7h 48m
	„	6. O.	„	1h 2'	a. m.	„ 7h 44m
	„	6. U.	„	1h 29'	p. m.	„ 7h 38m
	„	7. O.	„	1h 56'	a. m.	„ 7h 44m
	„	7. U.	„	2h 24'	p. m.	„ 7h 27m
	„	8. O.	„	2h 53'	a. m.	„ 7h 50m
	„	8. U.	„	3h 22'	p. m.	„ 7h 15m
	„	9. O.	„	3h 52'	a. m.	„ 7h 48m
	„	9. U.	„	4h 22'	p. m.	„ 7h 13m
	„	10. O.	„	4h 52'	a. m.	„ 7h 40m
	„	10. U.	„	5h 22'	p. m.	„ 7h 8m
	„	11. O.	„	5h 52'	a. m.	„ 8h 2m
	„	11. U.	„	6h 21'	p. m.	„ 7h 17m
	„	12. O.	„	6h 50'	a. m.	„ 7h 58m
	„	12. U.	„	7h 18'	p. m.	„ 7h 25m
	„	13. O.	„	7h 45'	a. m.	„ 8h 15m
	„	13. U.	„	8h 10'	p. m.	„ 7h 50m
	„	14. O.	„	8h 35'	a. m.	„ 8h 40m
	„	14. U.	„	9h	p. m.	„ 8h 15m
	„	15. O.	„	9h 23'	a. m.	„ 8h 34m
	„	15. U.	„	9h 46'	p. m.	„ 8h 9m
	„	16. O.	„	10h 9'	a. m.	„ 8h 21m
	„	16. U.	„	10h 31'	p. m.	„ 8h 4m
	„	17. O.	„	10h 52'	a. m.	„ 8h 23m
n	„	17. U.	„	11h 13'	p. m.	„ 8h 9m
	„	18. O.	„	11h 35'	a. m.	„ 8h 10m
	„	18. U.	„	11h 56'	p. m.	„ 8h 4m
	„	19. O.	„	0h 17'	p. m.	„ 7h 59m

Siebente Halblunation.

Achte Halblunation. — Mond südlich s

Neunte Halblunation. — Mond nördlich n

April	20.	U.	Kulm.	$0^h\ 38'$	a. m.	Hafenzeit	$8^h\ 2^m$
„	20.	O.	„	$1^h\ 1'$	p. m.	„	$7^h\ 54^m$
„	21.	U.	„	$1^h\ 23'$	a. m.	„	$8^h\ 5^m$
„	21.	O.	„	$1^h\ 45'$	p. m.	„	$7^h\ 45^m$
„	22.	U.	„	$2^h\ 7'$	a. m.	„	$7^h\ 45^m$
„	22.	O.	„	$2^h\ 30'$	p. m.	„	$7^h\ 26^m$
„	23.	U.	„	$2^h\ 54'$	a. m.	„	$7^h\ 56^m$
„	23.	O.	„	$3^h\ 18'$	p. m.	„	$7^h\ 17^m$
„	24.	U.	„	$3^h\ 42'$	a. m.	„	$7^h\ 45^m$
„	24.	O.	„	$4^h\ 7'$	p. m.	„	$7^h\ 6^m$
„	25.	U.	„	$4^h\ 32'$	a. m.	„	$7^h\ 53^m$
„	25.	O.	„	$4^h\ 56'$	p. m.	„	$7^h\ 4^m$
„	26.	U.	„	$5^h\ 21'$	a. m.	„	$8^h\ 4^m$
„	26.	O.	„	$5^h\ 47'$	p. m.	„	$7^h\ 23^m$
„	27.	U.	„	$6^h\ 12'$	a. m.	„	$7^h\ 58^m$
„	27.	O.	„	$6^h\ 37'$	p. m.	„	$7^h\ 15^m$
„	28.	U.	„	$7^h\ 2'$	a. m.	„	$8^h\ 13^m$
„	28.	O.	„	$7^h\ 27'$	p. m.	„	$7^h\ 43^m$
„	29.	U.	„	$7^h\ 51'$	a. m.	„	$8^h\ 29^m$
„	29.	O.	„	$8^h\ 16'$	p. m.	„	$7^h\ 47^m$
„	30.	U.	„	$8^h\ 41'$	a. m.	„	$8^h\ 39^m$
„	30.	O.	„	$9^h\ 5'$	p. m.	„	$7^h\ 43^m$
Mai	1.	U.	„	$9^h\ 30'$	a. m.	„	$8^h\ 17^m$
„	1.	O.	„	$9^h\ 55'$	p. m.	„	8^h
„	2.	U.	„	$10^h\ 21'$	a. m.	„	$8^h\ 9^m$
„	2.	O.	„	$10^h\ 46'$	p. m.	„	$7^h\ 51^m$
„	3.	U.	„	$11^h\ 13'$	a. m.	„	8^h
„	3.	O.	„	$11^h\ 40'$	p. m.	„	$7^h\ 53^m$
„	4.	U.	„	$0^h\ 8'$	p. m.	„	$7^h\ 50^m$
„	5.	O.	„	$0^h\ 36'$	a. m.	„	$7^h\ 46^m$
„	5.	U.	„	$1^h\ 6'$	p. m.	„	$7^h\ 47^m$
„	6.	O.	„	$1^h\ 37'$	a. m.	„	$7^h\ 43^m$
„	6.	U.	„	$2^h\ 8'$	p. m.	„	$7^h\ 27^m$
„	7.	O.	„	$2^h\ 39'$	a. m.	„	$7^h\ 46^m$
„	7.	U.	„	$3^h\ 10'$	p. m.	„	$7^h\ 2^m$
„	8.	O.	„	$3^h\ 41'$	a. m.	„	$7^h\ 44^m$
„	8.	U.	„	$4^h\ 11'$	p. m.	„	$7^h\ 11^m$
„	9.	O.	„	$4^h\ 42'$	a. m.	„	$7^h\ 45^m$
„	9.	U.	„	$5^h\ 11'$	p. m.	„	$7^h\ 12^m$
„	10.	O.	„	$5^h\ 40'$	a. m.	„	$8^h\ 5^m$
„	10.	U.	„	$6^h\ 7'$	p. m.	„	$7^h\ 25^m$
„	11.	O.	„	$6^h\ 33'$	a. m.	„	$8^h\ 17^m$
„	11.	U.	„	$6^h\ 58'$	p. m.	„	$7^h\ 23^m$
„	12.	O.	„	$7^h\ 23'$	a. m.	„	$8^h\ 37^m$
„	12.	U.	„	$7^h\ 46'$	p. m.	„	$7^h\ 55^m$
„	13.	O.	„	$8^h\ 8'$	a. m.	„	$8^h\ 37^m$
„	13.	U.	„	$8^h\ 30'$	p. m.	„	$8^h\ 15^m$
„	14.	O.	„	$8^h\ 52'$	a. m.	„	$8^h\ 35^m$
„	14.	U.	„	$9^h\ 13'$	p. m.	„	$8^h\ 27^m$
„	15.	O.	„	$9^h\ 34'$	a. m.	„	$8^h\ 29^m$
„	15.	U.	„	$9^h\ 55'$	p. m.	„	$8^h\ 17^m$
„	16.	O.	„	$10^h\ 16'$	a. m.	„	$8^h\ 30^m$
„	16.	U.	„	$10^h\ 37'$	p. m.	„	$8^h\ 23^m$
„	17.	O.	„	$10^h\ 59'$	a. m.	„	$8^h\ 21^m$
„	17.	U.	„	$11^h\ 20'$	p. m.	„	$8^h\ 22^m$
„	18.	O.	„	$11^h\ 42'$	a. m.	„	$8^h\ 13^m$

Ephem.

Zehnte Halblunation. — Elfte Halblunation.

nördlich ← → s südlich — Mond

Mai	19. U.	Kulm.	0^h 4'	a. m.	Hafenzeit	8^h 9^m
„	19. O.	„	0^h 27'	p. m.	„	7^h 55^m
„	20. U.	„	0^h 51'	a. m.	„	8^h 9^m
„	20. O.	„	1^h 14'	p. m.	„	7^h 51^m
„	21. U.	„	1^h 38'	a. m.	„	8^h 2^m
„	21. O.	„	2^h 2'	p. m.	„	7^h 30^m
„	22. U.	„	2^h 27'	a. m.	„	8^h
„	22. O.	„	2^h 52'	p. m.	„	7^h 23^m
„	23. U.	„	3^h 17'	a. m.	„	7^h 53^m
„	23. O.	„	3^h 42'	p. m.	„	7^h 18^m
„	24. U.	„	4^h 7'	a. m.	„	7^h 48^m
„	24. O.	„	4^h 32'	p. m.	„	7^h 8^m
„	25. U.	„	4^h 56'	a. m.	„	7^h 52^m
„	25. O.	„	5^h 21'	p. m.	„	7^h 11^m
„	26. U.	„	5^h 45'	a. m.	„	7^h 50^m
„	26. O.	„	6^h 9'	p. m.	„	7^h 11^m
„	27. U.	„	6^h 33'	a. m.	„	8^h 17^m
„	27. O.	„	6^h 56'	p. m.	„	7^h 39^m
„	28. U.	„	7^h 20'	a. m.	„	8^h 36^m
„	28. O.	„	7^h 44'	p. m.	„	7^h 51^m
„	29. U.	„	8^h 9'	a. m.	„	8^h 39^m
„	29. O.	„	8^h 33'	p. m.	„	8^h 7^m
„	30. U.	„	8^h 58'	a. m.	„	8^h 34^m
„	30. O.	„	9^h 24'	p. m.	„	7^h 56^m
„	31. U.	„	9^h 51'	a. m.	„	8^h 19^m
„	31. O.	„	10^h 18'	p. m.	„	7^h 59^m
Juni	1. U.	„	10^h 47'	a. m.	„	8^h 8^m
„	1. O.	„	11^h 16'	p. m.	„	8^h
„	2. U.	„	11^h 46'	a. m.	„	7^h 53^m
„	3. O.	„	0^h 18'	a. m.	„	8^h
„	3. U.	„	0^h 50'	p. m.	„	7^h 25^m
„	4. O.	„	1^h 22'	a. m.	„	7^h 45^m
„	4. U.	„	1^h 54'	p. m.	„	7^h 25^m
„	5. O.	„	2^h 26'	a. m.	„	7^h 49^m
„	5. U.	„	2^h 58'	p. m.	„	7^h 10^m
„	6. O.	„	3^h 28'	a. m.	„	7^h 12^m
„	6. U.	„	3^h 57'	p. m.	„	7^h 15^m
„	7. O.	„	4^h 25'	a. m.	„	7^h 43^m
„	7. U.	„	4^h 52'	p. m.	„	7^h 10^m
„	8. O.	„	5^h 17'	a. m.	„	7^h 53^m
„	8. U.	„	5^h 42'	p. m.	„	7^h 10^m
„	9. O.	„	6^h 6'	a. m.	„	8^h 24^m
„	9. U.	„	6^h 28'	p. m.	„	7^h 34^m
„	10. O.	„	6^h 51'	a. m.	„	8^h 26^m
„	10. U.	„	7^h 13'	p. m.	„	7^h 49^m
„	11. O.	„	7^h 34'	a. m.	„	8^h 29^m
„	11. U.	„	7^h 55'	p. m.	„	8^h 5^m
„	12. O.	„	8^h 16'	a. m.	„	8^h 21^m
„	12. U.	„	8^h 37'	p. m.	„	7^h 42^m
„	13. O.	„	8^h 58'	a. m.	„	8^h 35^m
„	13. U.	„	9^h 19'	p. m.	„	8^h 19^m
„	14. O.	„	9^h 41'	a. m.	„	8^h 31^m
„	14. U.	„	10^h 3'	p. m.	„	8^h 37^m
„	15. O.	„	10^h 25'	a. m.	„	8^h 25^m
„	15. U.	„	10^h 48'	p. m.	„	8^h 27^m
„	16. O.	„	11^h 11'	a. m.	„	8^h 17^m
„	16. U.	„	11^h 35'	p. m.	„	8^h 22^m
„	17. O.	„	11^h 59'	a. m.	„	8^h 7^m

Ephem. — Zwölfte Halblunation. — Mond südlich s ← — Dreizehnte Halblunation. — n ← nördlich

Monat	Tag			Zeit			Hafenzeit
Juni	18.	U.	Kulm.	0h 24'	a. m.	Hafenzeit	8h 9m
"	18.	O.	"	0h 49'	p. m.	"	7h 49m
"	19.	U.	"	1h 14'	a. m.	"	8h 8m
"	19.	O.	"	1h 39'	p. m.	"	7h 52m
"	20.	U.	"	2h 4'	a. m.	"	7h 49m
"	20.	O.	"	2h 29'	p. m.	"	7h 11m
"	21.	U.	"	2h 53'	a. m.	"	7h 49m
"	21.	O.	"	3h 18'	p. m.	"	6h 58m
"	22.	U.	"	3h 42'	a. m.	"	7h 40m
"	22.	O.	"	4h 6'	p. m.	"	6h 59m
"	23.	U.	"	4h 30'	a. m.	"	7h 41m
"	23.	O.	"	4h 53'	p. m.	"	7h 2m
"	24.	U.	"	5h 16'	a. m.	"	8h 9m
"	24.	O.	"	5h 40'	p. m.	"	7h 10m
"	25.	U.	"	5h 3'	a. m.	"	8h 5m
"	25.	O.	"	6h 26'	p. m.	"	7h 24m
"	26.	U.	"	6h 50'	a. m.	"	8h 10m
"	26.	O.	"	7h 14'	p. m.	"	7h 36m
"	27.	U.	"	7h 39'	a. m.	"	8h 19m
"	27.	O.	"	8h 5'	p. m.	"	7h 55m
"	28.	U.	"	8h 31'	a. m.	"	8h 11m
"	28.	O.	"	8h 59'	p. m.	"	7h 59m
"	29.	U.	"	9h 28'	a. m.	"	8h 15m
"	29.	O.	"	9h 58'	p. m.	"	7h 58m
"	30.	U.	"	10h 28'	a. m.	"	8h 3m
"	30.	O.	"	11h	p. m.	"	7h 35m
Juli	1.	U.	"	11h 32'	a. m.	"	7h 43m
"	2.	O.	"	0h 4'	a. m.	"	7h 54m
"	2.	U.	"	0h 36'	p. m.	"	7h 29m
"	3.	O.	"	1h 8'	a. m.	"	7h 49m
"	3.	U.	"	1h 39'	p. m.	"	7h 28m
"	4.	O.	"	2h 9'	a. m.	"	7h 35m
"	4.	U.	"	2h 38'	p. m.	"	7h 20m
"	5.	O.	"	3h 6'	a. m.	"	7h 44m
"	5.	U.	"	3h 33'	p. m.	"	7h 20m
"	6.	O.	"	3h 58'	a. m.	"	7h 42m
"	6.	U.	"	4h 22'	p. m.	"	7h 22m
"	7.	O.	"	4h 46'	a. m.	"	7h 59m
"	7.	U.	"	5h 8'	p. m.	"	7h 18m
"	8.	O.	"	5h 30'	a. m.	"	8h 15m
"	8.	U.	"	5h 52'	p. m.	"	7h 26m
"	9.	O.	"	6h 13'	a. m.	"	8h 25m
"	9.	U.	"	6h 34'	p. m.	"	7h 59m
"	10.	O.	"	6h 56'	a. m.	"	8h 39m
"	10.	U.	"	7h 17'	p. m.	"	7h 58m
"	11.	O.	"	7h 39'	a. m.	"	8h 30m
"	11.	U.	"	8h	p. m.	"	8h 10m
"	12.	O.	"	8h 22'	a. m.	"	8h 28m
"	12.	U.	"	8h 45'	p. m.	"	8h 25m
"	13.	O.	"	9h 8'	a. m.	"	8h 32m
"	13.	U.	"	9h 31'	p. m.	"	8h 34m
"	14.	O.	"	9h 55'	a. m.	"	8h 34m
"	14.	U.	"	10h 20'	p. m.	"	8h 41m
"	15.	O.	"	10h 45'	a. m.	"	8h 21m
"	15.	U.	"	11h 10'	p. m.	"	8h 15m
"	16.	O.	"	11h 35'	a. m	"	8h 10m

Ephem.

Vierzehnte Halblunation. — Mond südlich

Fünfzehnte Halblunation. — nördlich

Juli	17.	U.	Kulm.	0h 0'	a. m.	Hafenzeit	8h 15m
„	17.	O.	„	7h 25'	p. m.	„	7h 43m
„	18.	U.	„	0h 50'	a. m.	„	8h 5m
„	18.	O.	„	1h 15'	p. m.	„	7h 37m
„	19.	U.	„	1h 40'	a. m.	„	8h
„	19.	O.	„	2h 4'	p. m.	„	7h 26m
„	20.	U.	„	2h 27'	a. m.	„	7h 48m
„	20.	O.	„	2h 51'	p. m.	„	7h 19m
„	21.	U.	„	3h 15'	a. m.	„	7h 40m
„	21.	O.	„	3h 38'	p. m.	„	7h 17m
„	22.	U.	„	4h 1'	a. m.	„	7h 44m
„	22.	O.	„	4h 24'	p. m.	„	7h 9m
„	23.	U.	„	4h 47'	a. m.	„	7h 15m
„	23.	O.	„	5h 11'	p. m.	„	7h 10m
„	24.	U.	„	5h 34'	a. m.	„	7h 55m
„	24.	O.	„	5h 59'	p. m.	„	7h 22m
„	25.	U.	„	6h 24'	a. m.	„	7h 51m
„	25.	O.	„	6h 50'	p. m.	„	7h 36m
„	26.	U.	„	7h 17'	a. m.	„	8h
„	26.	O.	„	7h 45'	p. m.	„	7h 48m
„	27.	U.	„	8h 14'	a. m.	„	8h 6m
„	27.	O.	„	8h 44'	p. m.	„	7h 32m
„	28.	U.	„	9h 14'	a. m.	„	8h 1m
„	28.	O.	„	9h 45'	p. m.	„	7h 58m
„	29.	U.	„	10h 17'	a. m.	„	7h 48m
„	29.	O.	„	10h 49'	p. m.	„	7h 58m
„	30.	U.	„	11h 20'	a. m.	„	7h 38m
„	30.	O.	„	11h 51'	p. m.	„	7h 57m
„	31.	U.	„	0h 21'	a. m.	„	7h 29m
August	1.	O.	„	0h 50'	a. m.	„	7h 53m
„	1.	U.	„	1h 18'	p. m.	„	7h 26m
„	2.	O.	„	1h 45'	a. m.	„	7h 47m
„	2.	U.	„	2h 11'	p. m.	„	7h 19m
„	3.	O.	„	2h 36'	a. m.	„	7h 49m
„	3.	U.	„	3h	p. m.	„	7h 26m
„	4.	O.	„	3h 23'	a. m.	„	7h 50m
„	4.	U.	„	3h 45'	p. m.	„	7h 23m
„	5.	O.	„	4h 7'	a. m.	„	7h 48m
„	5.	U.	„	4h 29'	p. m.	„	7h 42m
„	6.	O.	„	4h 51'	a. m.	„	7h 49m
„	6.	U.	„	5h 13'	p. m.	„	7h 43m
„	7.	O.	„	5h 34'	a. m.	„	7h 59m
„	7.	U.	„	5h 56'	p. m.	„	7h 19m
„	8.	O.	„	6h 18'	a. m.	„	8h
„	8.	U.	„	6h 40'	p. m.	„	7h 40m
„	9.	O.	„	7h 3'	a. m.	„	8h 12m
„	9.	U.	„	7h 27'	p. m.	„	8h 13m
„	10.	O.	„	7h 50'	a. m.	„	8h 25m
„	10.	U.	„	8h 14'	p. m.	„	8h 19m
„	11.	O	„	8h 39'	a. m.	„	8h 26m
„	11.	U.	„	9h 4'	p. m.	„	8h 32m
„	12.	O.	„	9h 29'	a. m.	„	8h 18m
„	12.	U.	„	9h 54'	p. m.	„	8h 26m
„	13.	O.	„	10h 19'	a. m.	„	8h 6m
„	13.	U.	„	10h 45'	p. m.	„	8h 15m
„	14.	O.	„	11h 10'	a. m.	„	8h 17m
„	14.	U.	„	11h 34'	p. m.	„	8h 8m
„	15.	O.	„	0h 0'	p. m.	„	7h 40m

Halblunation	Ephem.	Monat	Tag			Kulm.		Hafenzeit
Sechzehnte Halblunation.		August	16.	U.	Kulm.	0^h 23'	a. m.	Hafenzeit 7^h 50^m
		"	16.	O.	"	0^h 48'	p. m.	" 7^h 30^m
		"	17.	U.	"	1^h 12'	a. m.	" 7^h 45^m
		"	17.	O.	"	1^h 35'	p. m.	" 7^h 48^m
	s ← [arrow]	"	18.	U.	"	1^h 59'	a. m.	" 7^h 25^m
		"	18.	O.	"	2^h 23'	p. m.	" 7^h 28^m
		"	19.	U.	"	2^h 46'	a. m.	" 7^h 44^m
		"	19.	O.	"	3^h 9'	p. m.	" 7^h 3^m
		"	20.	U.	"	3^h 32'	a. m.	" 7^h 43^m
		"	20.	O.	"	3^h 56'	p. m.	" 7^h 1^m
		"	21.	U.	"	4^h 21'	a. m.	" 7^h 39^m
		"	21.	O.	"	4^h 46'	p. m.	" 7^h 24^m
		"	22.	U.	"	5^h 12'	a. m.	" 7^h 33^m
	[Mondphase]	"	22.	O.	"	5^h 39'	p. m.	" 7^h 12^m
		"	23.	U.	"	6^h 7'	a. m.	" 7^h 34^m
		"	23.	O.	"	6^h 35'	p. m.	" 7^h 18^m
		"	24.	U.	"	7^h 4'	a. m.	" 7^h 38^m
		"	24.	O.	"	7^h 34'	p. m.	" 7^h 46^m
		"	25.	U.	"	8^h 4'	a. m.	" 7^h 48^m
		"	25.	O.	"	8^h 35'	p. m.	" 7^h 55^m
		"	26.	U.	"	9^h 6'	a. m.	" 7^h 51^m
		"	26.	O.	"	9^h 37'	p. m.	" 8^h 10^m
		"	27.	U.	"	10^h 6'	a. m.	" 7^h 43^m
	Mond ♋ südlich	"	27.	O.	"	10^h 35'	p. m.	" 8^h 2^m
		"	28.	U.	"	11^h 4'	a. m.	" 7^h 46^m
		"	28.	O.	"	11^h 31'	p. m.	" 7^h 57^m
		"	29.	U.	"	11^h 58'	a. m.	" 7^h 45^m
Siebenzehnte Halblunation.		"	30.	O.	"	0^h 24'	a. m.	" 8^h 1^m
		"	30.	U.	"	0^h 49'	p. m.	" 7^h 31^m
		"	31.	O.	"	1^h 13'	a. m.	" 7^h 55^m
		"	31.	U.	"	1^h 36'	p. m.	" 7^h 39^m
	n ← [arrow]	September	1.	O.	"	1^h 59'	a. m.	" 7^h 51^m
		"	1.	U.	"	2^h 21'	p. m.	" 7^h 26^m
		"	2.	O.	"	2^h 43'	a. m.	" 7^h 55^m
		"	2.	U.	"	3^h 5'	p. m.	" 7^h 25^m
		"	3.	O.	"	3^h 27'	a. m.	" 7^h 40^m
		"	3.	U.	"	3^h 48'	p. m.	" 7^h 21^m
		"	4.	O.	"	4^h 11'	a. m.	" 7^h 42^m
		"	4.	U.	"	4^h 34'	p. m.	" 7^h 9^m
		"	5.	O.	"	4^h 57'	a. m.	" 7^h 38^m
		"	5.	U.	"	5^h 20'	p. m.	" 7^h 21^m
	♉	"	6.	O.	"	5^h 43'	a. m.	" 7^h 53^m
		"	6.	U.	"	6^h 7'	p. m.	" 7^h 43^m
		"	7.	O.	"	6^h 31'	a. m.	" 7^h 49^m
		"	7.	U.	"	6^h 56'	p. m.	" 7^h 59^m
		"	8.	O.	"	7^h 21'	a. m.	" 8^h 19^m
		"	8.	U.	"	7^h 46'	p. m.	" 8^h 49^m
		"	9.	O.	"	8^h 11'	a. m.	" 8^h 19^m
		"	9.	U.	"	8^h 36'	p. m.	" 8^h 39^m
		"	10.	O.	"	9^h 1'	a. m.	" 8^h 19^m
		"	10.	U.	"	9^h 27'	p. m.	" 8^h 30^m
	Mond nördlich	"	11.	O.	"	9^h 52'	a. m.	" 8^h 12^m
		"	11.	U.	"	10^h 16'	p. m.	" 8^h 19^m
		"	12.	O.	"	10^h 40'	a. m.	" 8^h 1^m
		"	12.	U.	"	11^h 5'	p. m.	" 8^h 20^m
		"	13.	O.	"	11^h 29'	a. m.	" 7^h 53^m
		"	13.	U.	"	11^h 53'	p. m.	" 8^h 17^m
	[Vollmond]	"	14.	O.	"	0^h 17'	p. m.	" 7^h 28^m

Septbr.	15. U.	Kulm.	0^h 40'	a. m.	Hafenzeit	8^h	
„	15. O.	„	1^h 4'	p. m.	„	7^h	19^m
„	16. U.	„	1^h 28'	a. m.	„	7^h	52^m
„	16. O.	„	1^h 52'	p. m.	„	7^h	26^m
„	17. U.	„	2^h 17'	a. m.	„	7^h	43^m
„	17. O.	„	2^h 43'	p. m.	„	7^h	27^m
„	18. U.	„	3^h 9'	a. m.	„	7^h	42^m
„	18. O.	„	3^h 35'	p. m.	„	7^h	15^m
„	19. U.	„	4^h 2'	a. m.	„	7^h	38^m
„	19. O.	„	4^h 30'	p. m.	„	7^h	25^m
„	20. U.	„	4^h 59'	a. m.	„	7^h	23^m
„	20. O.	„	5^h 28'	p. m.	„	7^h	27^m
„	21. U.	„	5^h 58'	a. m.	„	7^h	32^m
„	21. O.	„	6^h 29'	p. m.	„	7^h	41^m
„	22. U.	„	6^h 59'	a. m.	„	7^h	50^m
„	22. O.	„	7^h 29'	p. m.	„	8^h	11^m
„	23. U.	„	7^h 58'	a. m.	„	7^h	53^m
„	23. O.	„	8^h 27'	p. m.	„	8^h	24^m
„	24. U.	„	8^h 56'	a. m.	„	7^h	59^m
„	24. O.	„	9^h 23'	p. m.	„	8^h	27^m
„	25. U.	„	9^h 49'	a. m.	„	8^h	6^m
„	25. O.	„	10^h 15'	p. m.	„	8^h	20^m
„	26. U.	„	10^h 40'	a. m.	„	8^h	15^m
„	26. O.	„	11^h 4'	p. m.	„	8^h	21^m
„	27. U.	„	11^h 28'	a. m.	„	8^h	7^m
„	27. O.	„	11^h 51'	p. m.	„	8^h	14^m
„	28. U.	„	0^h 13'	p. m.	„	8^h	7^m
„	29. O.	„	0^h 36'	a. m.	„	8^h	9^m
„	29. U.	„	0^h 58'	p. m.	„	7^h	53^m
„	30. O.	„	1^h 20'	a. m.	„	8^h	1^m
„	30. U.	„	1^h 42'	p. m.	„	7^h	43^m
Oktober	1. O.	„	2^h 5'	a. m.	„	8^h	2^m
„	1. U.	„	2^h 27'	p. m.	„	7^h	40^m
„	2. O.	„	2^h 50'	a. m.	„	7^h	37^m
„	2. U.	„	3^h 12'	p. m.	„	7^h	45^m
„	3. O.	„	3^h 35'	a. m.	„	7^h	41^m
„	3. U.	„	3^h 59'	p. m.	„	7^h	18^m
„	4. O.	„	4^h 23'	a. m.	„	7^h	40^m
„	4. U.	„	4^h 47'	p. m.	„	7^h	28^m
„	5. O.	„	5^h 12'	a. m.	„	7^h	43^m
„	5. U.	„	5^h 37'	p. m.	„	7^h	50^m
„	6. O.	„	6^h 2'	a. m.	„	7^h	40^m
„	6. U.	„	6^h 27'	p. m.	„	8^h	38^m
„	7. O.	„	6^h 52'	a. m.	„	7^h	18^m
„	7. U.	„	7^h 17'	p. m.	„	8^h	41^m
„	8. O.	„	7^h 42'	a. m.	„	7^h	58^m
„	8. U.	„	8^h 6'	p. m.	„	8^h	44^m
„	9. O.	„	8^h 31'	a. m.	„	8^h	24^m
„	9. U.	„	8^h 55'	p. m.	„	8^h	39^m
„	10. O.	„	9^h 19'	a. m.	„	8^h	23^m
„	10. U.	„	9^h 43'	p. m.	„	8^h	35^m
„	11. O.	„	10^h 7'	a. m.	„	8^h	13^m
„	11. U.	„	10^h 31'	p. m.	„	8^h	21^m
„	12. O.	„	10^h 55'	a. m.	„	8^h	17^m
„	12. U.	„	11^h 19'	p. m.	„	8^h	21^m
„	13. O.	„	11^h 44'	a. m.	„	8^h	1^m

Ephem.	Monat	Tag			Zeit			Hafenzeit
Zwanzigste Halblunation.	Oktober	14.	U.	Kulm.	0h 9'	a. m.	Hafenzeit	8h 12m
	„	14.	O.	„	0h 34'	p. m.	„	7h 48m
	„	15.	U.	„	1h 0'	a. m.	„	7h 53m
	„	15.	O.	„	1h 27'	p. m.	„	7h 35m
	„	16.	U.	„	1h 54'	a. m.	„	7h 41m
	„	16.	O.	„	2h 22'	p. m.	„	fehlt
	„	17.	U.	„	2h 51'	a. m.	„	7h 35m
	„	17.	O.	„	3h 21'	p. m.	„	7h 29m
	„	18.	U.	„	3h 52'	a. m.	„	7h 30m
	„	18.	O.	„	4h 23'	p. m.	„	7h 34m
	„	19.	U.	„	4h 53'	a. m.	„	7h 21m
	„	19.	O.	„	5h 23'	p m.	„	7h 37m
	„	20.	U.	„	5h 53'	a. m.	„	7h 14m
	„	20.	O.	„	6h 22'	p. m.	„	7h 57m
	„	21.	U.	„	6h 50'	a. m.	„	7h 27m
	„	21.	O.	„	7h 18'	p. m.	„	7h 48m
	„	22.	U.	„	7h 45'	a. m.	„	7h 45m
	„	22.	O.	„	8h 11'	p. m.	„	7h 24m
	„	23.	U.	„	8h 36'	a. m.	„	7h 50m
	„	23.	O.	„	9h	p. m.	„	7h 27m
	„	24.	U.	„	9h 23'	a. m.	„	7h 48m
	„	24.	O.	„	9h 46'	p. m.	„	7h 37m
Mond nördl. n	„	25.	U.	„	10h 9'	a. m.	„	8h 13m
	„	25.	O.	„	10h 31'	p. m.	„	8h 29m
	„	26.	U.	„	10h 53'	a. m.	„	8h 21m
	„	26.	O.	„	11h 15'	p. m.	„	8h 30m
	„	27.	U.	„	11h 27'	a. m.	„	8h 20m
	„	27.	O.	„	11h 59'	p. m.	„	8h 16m
Ein und zwanzigste Halblunation.	„	28.	U.	„	0h 22'	p. m.	„	8h 3m
	„	29.	O.	„	0h 44'	a. m.	„	8h 9m
	„	29.	U.	„	1h 6'	p. m.	„	7h 54m
	„	30.	O.	„	1h 29'	a. m.	„	7h 58m
	„	30.	U.	„	1h 53'	p. m.	„	7h 52m
	„	31.	O.	„	2h 17'	a. m.	„	8h
	„	31.	U.	„	2h 41'	p. m.	„	7h 44m
	Novbr.	1.	O.	„	3h 5'	a. m.	„	7h 51m
	„	1.	U.	„	3h 30'	p. m.	„	7h 35m
	„	2.	O.	„	3h 55'	a. m.	„	7h 15m
	„	2.	U.	„	4h 20'	p. m.	„	7h 40m
	„	3.	O.	„	4h 45'	a. m.	„	7h 10m
	„	3.	U.	„	5h 9'	p. m.	„	7h 54m
	„	4.	O.	„	5h 34'	a. m.	„	7h 16m
	„	4.	U.	„	5h 58'	p. m.	„	8h 7m
	„	5.	O.	„	6h 22'	a. m.	„	7h 28m
	„	5.	U.	„	6h 46'	p. m.	„	8h 24m
	„	6.	O.	„	7h 10'	a. m.	„	7h 50m
	„	6.	U.	„	7h 33'	p. m.	„	8h 40m
s	„	7.	O.	„	7h 57'	a. m.	„	8h 10m
	„	7.	U.	„	8h 20'	p. m.	„	8h 37m
	„	8.	O.	„	8h 43'	a. m.	„	8h 14m
	„	8.	U.	„	9h 7'	p. m.	„	8h 32m
	„	9.	O.	„	9h 31'	a. m.	„	8h 9m
	„	9.	U.	„	9h 56'	p. m.	„	8h 29m
südlich	„	10.	O.	„	10h 21'	a. m.	„	8h 17m
	„	10.	U.	„	10h 46'	p. m.	„	8h 17m
	„	11.	O.	„	11h 12'	a. m.	„	8h 3m
	„	11.	U.	„	11h 39'	p. m.	„	8h 21m
	„	12.	O.	„	0h 7'	p. m.	„	8h 3m

Novbr.	13.	U.	Kulm.	0h 36'	a. m.	Hafenzeit	8h 5m
„	13.	O.	„	1h 6'	p. m.	„	7h 44m
„	14.	U.	„	1h 37'	a. m.	„	7h 52m
„	14.	O.	„	2h 9'	p. m.	„	7h 15m
„	15.	U.	„	2h 41'	a. m.	„	7h 29m
„	15.	O.	„	3h 12'	p. m.	„	7h 26m
„	16.	U.	„	3h 44'	a. m.	„	7h 3m
„	16.	O.	„	4h 15'	p. m.	„	7h 18m
„	17.	U.	„	4h 45'	a. m.	„	7h 4m
„	17.	O.	„	5h 14'	p. m.	„	7h 34m
„	18.	U.	„	5h 42'	a. m.	„	fehlt
„	18.	O.	„	6h 9'	p. m.	„	fehlt
„	19.	U.	„	6h 35'	a. m.	„	7h 25m
„	19.	O.	„	6h 59'	p. m.	„	8h 1m
„	20.	U.	„	7h 22'	a. m.	„	7h 46m
„	20.	O.	„	7h 45'	p. m.	„	8h 18m
„	21.	U.	„	8h 8'	a. m.	„	7h 51m
„	21.	O.	„	8h 30'	p. m.	„	8h 33m
„	22.	U.	„	8h 52'	a. m.	„	7h 56m
„	22.	O.	„	9h 14'	p. m.	„	8h 33m
„	23.	U.	„	9h 35'	a. m.	„	8h 22m
„	23.	O.	„	9h 57'	p. m.	„	8h 25m
„	24.	U.	„	10h 18'	a. m.	„	8h 32m
„	24.	O.	„	10h 40'	p. m.	„	8h 26m
„	25.	U.	„	11h 3'	a. m.	„	8h 12m
„	25.	O.	„	11h 25'	p. m.	„	8h 22m
„	26.	U.	„	11h 47'	a. m.	„	8h 25m
„	27.	O.	„	0h 10'	a. m.	„	8h 8m
„	27.	U.	„	0h 34'	p. m.	„	8h
„	28.	O.	„	0h 59'	a. m.	„	7h 56m
„	28.	U.	„	1h 24'	p. m.	„	8h 7m
„	29.	O.	„	1h 49'	a. m.	„	7h 46m
„	29.	U.	„	2h 14'	p. m.	„	7h 43m
„	30.	O.	„	2h 39'	a. m.	„	7h 24m
„	30.	U.	„	3h 4'	p. m.	„	7h 29m
Dezember	1.	O.	„	3h 28'	a. m.	„	7h 15m
„	1.	U.	„	3h 53'	p. m.	„	7h 27m
„	2.	O.	„	4h 17'	a. m.	„	7h 8m
„	2.	U.	„	4h 40'	p. m.	„	7h 25m
„	3.	O.	„	5h 4'	a. m.	„	7h 6m
„	3.	U.	„	5h 27'	p. m.	„	7h 40m
„	4.	O.	„	5h 50'	a. m.	„	7h 20m
„	4.	U.	„	6h 12'	p. m.	„	8h 3m
„	5.	O.	„	6h 35'	a. m.	„	7h 30m
„	5.	U.	„	6h 57'	p. m.	„	8h 3m
„	6.	O.	„	7h 20'	a. m.	„	7h 40m
„	6.	U.	„	7h 43'	p. m.	„	8h 27m
„	7.	O.	„	8h 7'	a. m.	„	7h 56m
„	7.	U.	„	8h 31'	p. m.	„	8h 14m
„	8.	O.	„	8h 56'	a. m.	„	7h 49m
„	8.	U.	„	9h 22'	p. m.	„	8h 11m
„	9.	O.	„	9h 49'	a. m.	„	7h 51m
„	9.	U.	„	10h 17'	p. m.	„	8h 3m
„	10.	O.	„	10h 46'	a. m.	„	7h 51m
„	10.	U.	„	11h 16'	p. m.	„	7h 56m
„	11.	O.	„	11h 47'	a. m.	„	7h 45m

hem. — Mond (☊) nördlich n ←→ — s ←→ ☋ südlich

Vier und zwanzigste Halblunation.

Mond ☊ nördlich ← n

Ephem.				Kulm.				
Ephem.	Dezember	12.	U.	Kulm.	0^h 19'	a. m.	Hafenzeit	7^h 35^m
	„	12.	O.	„	0^h 52'	p. m.	„	7^h 40^m
	„	13.	U.	„	1^h 25'	a. m.	„	7^h 25^m
	„	13.	O.	„	1^h 57'	p. m.	„	7^h 30^m
	„	14.	U.	„	2^h 29'	a. m.	„	7^h 23^m
	„	14.	O.	„	3^h	p. m.	„	7^h 16^m
	„	15.	U.	„	3^h 30'	a. m.	„	7^h 4^m
	„	15.	O.	„	3^h 59'	p. m.	„	7^h 27^m
	„	16.	U.	„	4^h 27'	a. m.	„	7^h 15^m
	„	16.	O.	„	4^h 54'	p. m.	„	7^h 33^m
	„	17.	U.	„	5^h 19'	a. m.	„	7^h 11^m
	„	17.	O.	„	5^h 43'	p. m.	„	7^h 50^m
	„	18.	U.	„	6^h 6'	a. m.	„	7^h 24^m
	„	18.	O.	„	6^h 29'	p. m.	„	8^h 8^m
	„	19.	U.	„	6^h 50'	a. m.	„	7^h 47^m
	„	19.	O.	„	7^h 12'	p. m.	„	8^h 13^m
	„	20.	U.	„	7^h 34'	a. m.	„	7^h 56^m
	„	20.	O.	„	7^h 56'	p. m.	„	8^h 33^m
	„	21.	U.	„	8^h 17'	a. m.	„	8^h 23^m
	„	21.	O.	„	8^h 39'	p. m.	„	8^h 36^m
	„	22.	U.	„	9^h 1'	a. m.	„	8^h 29^m
	„	22.	O.	„	9^h 23'	p. m.	„	8^h 26^m
	„	23.	U.	„	9^h 46'	a. m.	„	8^h 14^m
	„	23.	O.	„	10^h 9'	p. m.	„	8^h 31^m
	„	24.	U.	„	10^h 32'	a. m.	„	8^h 13^m
	„	24.	O.	„	10^h 56'	p. m.	„	8^h 21^m
	„	25.	U.	„	11^h 20'	a. m.	„	8^h 17^m
	„	25.	O.	„	11^h 45'	p. m.	„	8^h 15^m
	„	26.	U.	„	0^h 10'	p. m.	„	fehlt
	„	27.	O.	„	0^h 35'	a. m.	„	fehlt
	„	27.	U.	„	1^h 0'	p. m.	„	8^h
	„	28.	O.	„	1^h 24'	a. m.	„	7^h 45^m
	„	28.	U.	„	1^h 49'	p. m.	„	7^h 41^m
	„	29.	O.	„	2^h 13'	a. m.	„	7^h 27^m
	„	29.	U.	„	2^h 37'	p. m.	„	7^h 43^m
	„	30.	O.	„	3^h 1'	a. m.	„	7^h 29^m
	„	30.	U.	„	3^h 24'	p. m.	„	7^h 36^m
	„	31.	O.	„	3^h 47'	a. m.	„	7^h 10^m
	„	31.	U.	„	4^h 9'	p. m.	„	7^h 38^m

Die Vollständigkeit vorstehender Liste war wünschenswerth für solche Leser, die auf dieselbe weitere Studien gründen wollen.

Zusätzlich zu derselben ist noch zu bemerken, dass jedesmal die von Norden herkommende Welle die längste Verlaufszeit aufweist, wie leicht zu ersehen. Wir haben oben erörtert, wie nach jeder oberen Kulmination des Mondes zunächst seine indirekte Welle in Sydney ankommt. Es ist diese also bei nördlichem Stande des Mondes die über der Südhalbkugel laufende, bei südlichem die der Nordhalbkugel angehörende. Die jedesmal auf die

obere Kulmination folgende Flut kommt also von derjenigen Halbkugel her, über welcher der Mond gerade nicht steht. Die graphische Veranschaulichung zeigt nun stetig die längeren kurzen Hafenzeiten als zu nordwärts herkommenden Wellen gehörig, die kürzeren kurzen als vor südlichen Fluten liegend an.

Rücksichtlich der Schwankungen der zu einer Art Fluten gehörigen Hafenzeiten tritt uns der Sachverhalt entgegen, dass die direkten Fluten die bedeutenderen derselben stehend aufweisen, die indirekten durchweg geringere. Es ist das auch leicht erklärlich. Die Verschiebungen der Mond- und Sonnenwellen gegeneinander führen bei den direkten Mondwellen, welche höher sind, als die indirekten, zu grösseren Höhen- und also auch Geschwindigkeitsunterschieden der sekundären Gipfelbildung, als bei den flacheren indirekten Mondwellen der Fall sein kann; bei letzteren müssen demnach die Hafenzeiten weniger in Länge variiren.

---

5. Kapitel.

Die Verlaufszeiten der Fluten des grossen Ozeanes stimmen mit dem aus den 68ger Stosswellen Ersohlossenen.

Ein sichereres Mittel, die Laufesdauer der Flutwellen des grossen Ozeanes für die wechselnden Mond- und Sonnen-Konstellationen des Jahres zu bestimmen, könnte wiederum nicht geboten werden, als es die Zeichnungen der unfehlbaren Maschine sind, wesshalb es eine unserer nächsten Sorgen sein musste, dieselben in dieser Hinsicht zu befragen.

Wir wissen, dass nach jedem oberen Meridianstande des Mondes zunächst diejenige Welle in Sydney ankommt, welche er indirekt, d. h. auf der von ihm abgekehrten Erdseite erregt hat. Da uns nun die direkt erregte die zur Messung der Laufesdauer bequemste ist, so haben wir also die zweite der oberen Kulmination des Mondes nachfolgende Welle in's Auge zu fassen. Wir wissen, dass mit dieser letzteren diejenige Welle gleichnamig ist, welche durchschnittlich 3 St. 8 M. vor dem oberen Meridianstande des Mondes in Sydney ankommt. Ihre nächste gleichnamige Nachfolgerin ist $24^4/_5$ Stunden nach ihr an den amerikanischen Ufern reflektirt worden, folglich hat die Zeit ihrer Reise bis Australien $24^4/_5 - 3^2/_{15} = 21^2/_3$ Stunden betragen.

Oder wir rechnen so (wie wir denn wirklich verfahren sind): Die Laufesdauer der südlichen Welle wird gemessen a) durch den Abstand der nächsten ungleichnamigen Welle vom letzten oberen Sydney'er Meridianstande des Mondes + b) dem Abstande der nächsten Welle hinter dieser ersten + c) dem Zeitunterschiede zwischen Sydney und den südamerikanischen Westufern — der Hafenzeit an diesen letzteren.

Bei dieser Art zu messen und zu rechnen hatten wir die in etwa bestimmteren Gipfel als Marken des Zählens statt der unbestimmteren Thäler, also den Vortheil grösserer Genauigkeit. Als richtig wird man diese Rechnungsweise erkennen, wenn man erwägt, dass sich die Laufesdauer der Wellen zusammensetzen muss zunächst aus der Zeit, welche der Mond selbst von Amerika bis Australien gebraucht, dann aus dem Abstande der beiden ungleichnamigen Wellen und endlich der Zeit zwischen der nächsten Welle hinter dem Sydney'er Meridianstande des Mondes und diesem selbst. Von dieser Summe ist die amerikanische Hafenzeit abzuziehen, weil sie den Raum bezeichnet, welcher zwischen dem Beginne des Mond- und Wellenlaufes liegt.

Der Abstand a) ist nun im Mittel etwa 8, der Wellenabstand b) $12^2/_5$, die Zeitdifferenz c) für den Mond etwa $9^1/_3$ Stunden, macht zusammen etwa $29^2/_3$ Stunden. Die abzügliche Hafenzeit ist im Mittel an den betreffenden südamerikanischen Westufern ungefähr 8^h (eine Stunde weniger als in der Tiefe der Bucht von Arica), folglich bleiben für die Laufzeit der Welle $21^2/_3$ Stunden.

In der nachfolgenden Liste haben wir nun die Berechnungen für die Halblunationen des Jahres, also von Vollmond zu Neumond, wieder Vollmond u. s. w. gemacht, deren jedesmalige kürzeste und längste Flutzeit für die obere Kulmination wir zu Grunde legten.

Januar	1. Halblunation					
	kürzeste Hafenzeit	7^h 42'	Wellenlauf	20^h 55'	Mittel	21^h 46',5.
	längste Hafenzeit	8^h 55'	„	22^h 38'		
„	2. Halblunation					
	kürzeste Hafenzeit	7^h 28'	„	21^h 43'	„	21^h 56',5.
	längste Hafenzeit	8^h 51'	„	22^h 10'		
Februar	1. Halblunation					
	kürzeste Hafenzeit	7^h 22'	„	21^h	„	21^h 23',5.
	längste Hafenzeit	8^h 30'	„	21^h 47'		
„	2. Halblunation					
	kürzeste Hafenzeit	7^h 23'	„	21^h 7'	„	21^h 30',5.
	längste Hafenzeit	8^h 43'	„	21^h 54'		
März	1. Halblunation					
	kürzeste Hafenzeit	7^h 24'	„	21^h 5'	„	21^h 33',5.
	längste Hafenzeit	8^h 14'	„	22^h 2'		

Als Gesammtmittel des Jahres ergibt sich aus diesen Zahlen die Laufesdauer der Flutwellen zu $21^h\,37^m{,}_4$. Für die Stosswellen des Jahres 1868 und die Lunarwelle, welche sie trug, ergab sich eine Laufesdauer von $21^h\,4$[illegible]. Die Berechnung hier ergibt als Mittel für die erste Halblunation des August, welche 1868 in Frage kam, $21^h\,42^m{,}_3$, folglich stimmen beide Resultate so nahe als möglich überein.

---

6. Kapitel.

Der Kurven-Jahrgang gegenüber den kosmischen Beziehungen der Erde zu Mond und Sonne.

Die bisherigen Betrachtungen hatten es fast ausschliesslich mit solchen Fragen zu thun, welche die Oberfläche der Erde allein und ausserdem nur noch die Lage ihres Aequators gegen Mond- und Erdbahn betrafen. Mit diesem Kapitel beginnen nun Darlegungen, welche sich fast ebenso ausschliesslich mit den wechselnden Entfernungen des Erdkörpers von Mond und Sonne und ihrem Einflusse auf die Fluterscheinungen befassen, Erörterungen, die uns gleichfalls zur Beseitigung bisheriger irrthümlicher Vorstellungen und zu wichtigen Ergebnissen führen, sofern sie die dauernde Umsetzung des Meerwassers von einer Hemisphäre zur andern zum Gegenstande haben.

Es ist uns bei der Vergleichung der graphisch dargestellten Schwankungs-Amplituden der Gezeiten nicht nur die mit den Mondphasen überhaupt wechselnde Verschiedenheit derselben aufgefallen, sondern auch ein ebenso deutlicher Unterschied der Wellenhöhen und -thäler zu verschiedenen Zeiten gleichartiger Mondphasen, namentlich bei den Syzygien.

Mit dem Anfange des Jahres beginnend, sehen wir im **Januar** die Neumondwellen-Schwankungen deutlich weniger ausgeprägt, als die des Vollmondes, im **Februar** begleiten letzteren dagegen merklich stärkere Wellenamplituden, als den nachfolgenden Neumond; im **März** besteht etwa derselbe Unterschied an denselben Stellen; im **April** wird er sehr deutlich und auffallender, da die Vollmond-Schwankungen merklich wachsen, die des Neumondes in gleichem Masse gegen früher abnehmen. Im **Mai**, **Juni** und **Juli** finden wir etwa gleichen Unterschied der betreffenden Oscillations-

weiten fort, der im August ein wenig abnimmt, da die Schwankungen des Seespiegels beim Vollmonde kleiner, beim Neumonde grösser werden. Im September sind sie bei beiderlei Mondphasen ungefähr gleich; im Oktober sehen wir dann umgekehrt die Neumondwellen die des Vollmondes an Höhe übertreffen, welches Verhältniss in steigendem Maasse bis zum Schlusse des Jahres andauert und also dasselbe ist, dem wir beim Jahresanfange begegneten.

Wenn wir in gleicher parallelisirender Weise die Wellenbilder der Quadraturen des Jahres zusammenhalten, so stellen sich auch bei ihnen Unterschiede heraus, die den aufgezählten analog sind und darum nicht gesondert betrachtet zu werden brauchen.

Da wir nun die Seespiegel-Oszillationen als alleinig durch Mond und Sonne erregt erkannt haben, so führen uns ihre verschiedenen Amplituden auf verschiedene Maasse der erregenden Kräfte, somit auf die einzig möglichen Ursachen dieser verschiedenen Kraftmaasse, die verschieden grossen Entfernungen der die Meeresoberfläche störenden beiden Weltkörper von der Erde.

Eine genauere Untersuchung der in den Kurven ausgedrückten Störungswirkungen betreffs ihres Ortes auf der Mondbahn bedarf der nebenstehenden Versinnlichung.

Lassen wir jeden der 4 Kreise die Mondbahn oder die nahezu mit ihr zusammenfallende Ekliptik bedeuten, theilen wir sie nach dem verschiedenen Sonnenstande des Jahres in 12 gleiche Monatsstücke ein, setzen die Zeichen des Vollmondes, Neumondes, ersten und letzten Viertels an die Stellen der Monatsstücke, wohin sie im Jahre 1871 hintereinander fielen, und fügen den Zeichen die aus den Kurven abgelesenen Amplituden der Seespiegelschwankungen bei, so gewinnen wir eine instruktive Uebersicht der Zu- und Abnahme derselben.

Von Norden über Westen, Süden, Osten nach Norden zurück der sukzessiven Lage gleicher Mondphasen folgend, sehen wir, dass der Vollmond im Januar von Norden her nach Australien grösste Wellenschwankungen von 4 Fuss 5½ Zoll sendet, im Februar solche von 4 Fuss 7 Zoll, im März solche von 4 Fuss 6½ Zoll, dass sie im April 4 Fuss 11½ Zoll betragen, im Mai 5 Fuss 6½ Zoll, im Juni 5 Fuss 7 Zoll, im Juli 5 Fuss 6 Zoll und 5 Fuss 3½ Zoll, im August 5 Fuss, im September 4 Fuss 6½ Zoll, im Oktober 3 Fuss 10 Zoll, im November 3 Fuss 10 Zoll, im Dezember 4 Fuss 1 Zoll.

Die Neumondwellen, welche in gerade entgegengesetzten Monaten von

denselben Stellen der Mondbahn her erregt werden, schwanken im Juli um 4 Fuss 7 1/2 Zoll, im August um 4 Fuss 6 Zoll, im September um 4 Fuss 7 1/4 Zoll, im Oktober um 4 Fuss 9 1/2 Zoll, im November um 4 Fuss 7 1/2 Zoll, im Dezember um 5 Fuss, im Januar um 4 Fuss 9 Zoll, im Februar um 4 Fuss 3 Zoll, im März um 4 Fuss 2 3/4 Zoll, im April um 3 Fuss 11 1/2 Zoll, im Mai um 4 Fuss, im Juni um 4 Fuss 5 Zoll.

Die Schwankungen des ersten Viertels, welche nahezu vom Nordpunkte der Mondbahn her im März erregt werden, betragen alsdann 2 Fuss 6 2/3 Zoll, im April 2 Fuss 10 Zoll, im Mai 3 Fuss 1 2/3 Zoll, im Juni 3 Fuss 4 1/2 Zoll, im Juli 3 Fuss 4 Zoll, im August 3 Fuss 4 1/3 Zoll, im September 3 Fuss 3 1/2 Zoll, im Oktober 3 Fuss 7 Zoll, im November 3 Fuss 3 Zoll, im Dezember 2 Fuss 11 Zoll, im Januar 2 Fuss 2 2/3 Zoll, im Februar 2 Fuss 3 1/4 Zoll.

Die Oszillationsweiten des letzten Viertels, welches wiederum dem ersten entgegengesetzt auf der Mondbahn und im Oktober nahe westlich am Nordpunkte derselben liegt, betragen in diesem Monate 2 Fuss 9 1/2 Zoll, im November 2 Fuss 8 Zoll, im Dezember 3 Fuss, im Januar 3 Fuss 4 1/2 Zoll, im Februar 3 Fuss 3 Zoll, im März 3 Fuss 5 1/2 Zoll, im April 3 Fuss 3 Zoll, im Mai 3 Fuss 2 Zoll, im Juni 2 Fuss 11 3/4 Zoll, im Juli 3 Fuss, im August 2 Fuss 8 Zoll, im September 2 Fuss 4 2/3 Zoll.

Ueberschauen wir vergleichend die Schwankungsnotizen der vier Kreise, so findet sich, dass bei allen vier ein Maximum der Oszillationsweite in das südwestliche Viertel und ein wenig über den Südpunkt nach Osten hin fällt, ein Minimum dagegen in das nordöstliche Viertel.

Wenn nun auch bei dem Minimum ein Theil der den nördlich herkommenden Wellen eigenen Minderhöhe auf Rechnung des Verlustes durch längeren Weg der Primärwellen zuzuschreiben ist, so weist doch die nicht genau süd-nördliche, sondern südwestlich-nordöstliche Gegenüberlage von Maximum und Minimum deutlich darauf hin, dass der Mond im Jahre 1871 die Erdmeere stärker gestört habe, während er sich auf dem südwestlichen Viertel seiner Bahn befand, schwächer, während er deren nordöstliches Viertel durchlief.

Noch bemerken wir, dass die Unterschiede zwischen den Vollmondwellen von Norden und Süden der Mondbahn her mehr differiren, als die Neumondwellen derselben Stellen. Das heisst also: im australischen Sommer waren die Vollmonde verhältnissmässig schwächer, im Winter verhältnissmässig stärker, als die entsprechenden Neumonde. Auch das kann nur auf kosmischen Ursachen beruhen, die sich leicht untersuchen lassen.

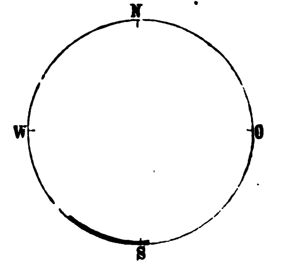
Wir haben demnach die Astronomie zu fragen, welchen Aufschluss sie uns geben könne.

Sie sagt: Die Mondbahn ist, wie die aller bekannten um andere sich wälzenden Körper, eine Ellipse, d. h. ein der Eilinie sich nähernder, von zwei entgegengesetzten Seiten her etwas zusammengedrückter Kreis. Der Zentralkörper steht nicht in seiner Mitte, sondern etwas seitwärts von derselben nach einer der schärferen Krümmungen hin. In Folge dessen ist der umlaufende Körper dem zentralen an einer Stelle der Bahn etwas näher, an einer entgegengesetzten etwas ferner, als eine kreisförmige Bahn ihn führen würde. An der näheren Stelle muss also nach dem Attraktionsgesetze die gegenseitige Anziehung beider Körper etwas grösser, an der ferneren etwas kleiner sein, als sie auf allen Punkten einer mit der Ellipse gleich langen Kreisbahn wäre.

Die der Erde nähere Stelle der Mondbahn, das Perigäum genannt, lag nun, sagt die Astronomie weiter, im Jahre 1871 im südwestlichen Viertel derselben, die entferntere, das Apogäum, im nordöstlichen. Erstere blieb aber, wie das mit guten Gründen (Einwirkung der Sonne auf die Mondbahngestalt) zusammenhängt, in dieser Zeit nicht stabil, sondern sprang innerhalb des Jahres zwischen bestimmten Grenzen hin und her. Die Grenzen waren 234°,19944 und 274°,97336, oder ungefähr 234 und 275° der Länge.

Was besagt diese Ortsangabe?

Betrachten wir uns einen der obigen vier Kreise. Alle Bewegungen in der Ekliptik misst man von einem angenommenen festen Punkte an, dem sogenannten Frühlingspunkte oder der Stelle, an welcher scheinbar die Sonne am 21. März sich befindet. Sie trägt bei unserem Kreise den Buchstaben O (Osten). Von ihm aus über Norden nach dem entgegengesetzten Westpunkte der Ekliptik zählt man bis 180 Grade der Länge, von da aus über Süden nach Osten zurück 180—360 Grade.

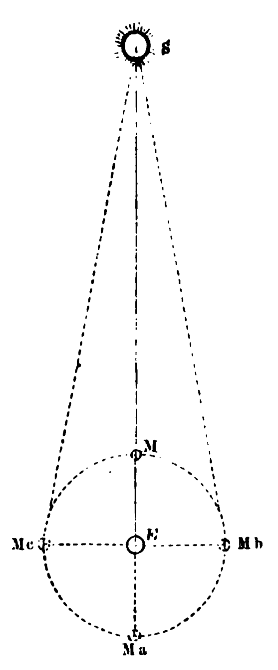


Das Perigäum des Mondes lag also im Jahre 1871 hie und da innerhalb eines Stückes der Mondbahn, welches eine Strecke südwärts von dem Westpunkte begann und 5 Grade über den Südpunkt derselben nach Osten zu hinausreichte, wie es in beistehender Figur zu ersehen, wo das stark gezogene Kreisstück die Jahresstrecke des Perigäums bezeichnet.

Natürlich ist von dem Punkte grösster Nähe aus nach beiden Seiten hin dieselbe für einen ziemlich langen Bahntheil nur unbedeutend geringer, und so zeigt sich deren Wirkung, die stärkere Anziehung, für den ganzen

Jahresverlauf über ein Stück der Bahn hin, welches merklich länger ist, als das in der Figur angegebene.

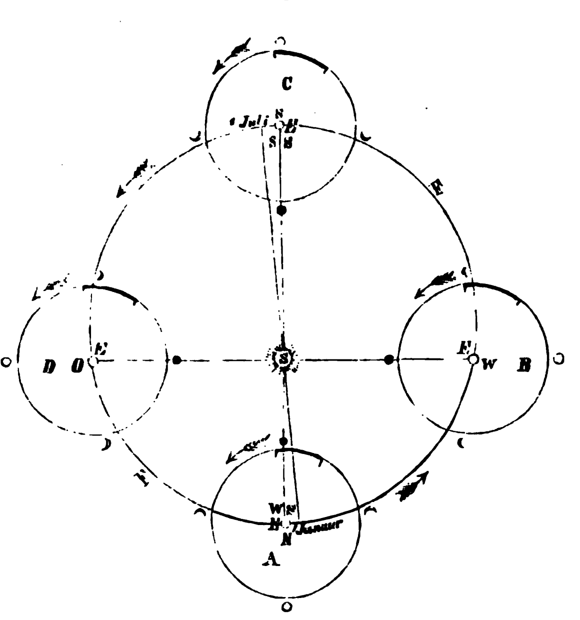
Die Astronomie fügt schliesslich noch belehrend hinzu (worüber später ein Näheres), dass die Stellen des Perigäums und Apogäums im ganzen, wenn auch in hüpfender Weise, jedes Jahr um eine mit der vorjährigen gleichlange Strecke von Westen nach Osten, oder im umgekehrten Sinne der Uhrzeiger, auf der Mondbahn vorrücken und einen Turnus um die ganze Bahn in 8 Jahren, 310 Tagen, 13 Stunden, 48 Minuten, 53 Sekunden vollenden. Mit dem festen Anhaltspunkte der Lage des Perigäums im Jahre 1871 wird es nun gelingen, uns die in diesem Kapitel besprochenen Wechsel der Schwankungsweiten der australischen Kurven hinsichtlich ihrer Ursächlichkeit durch folgende Erörterungen völlig klar zu machen.



Wenn ein Weltkörper S (Sonne) in beistehender Figur zwei andere M (Mond) und E (Erde) zugleich in derselben Richtung S M E anzieht, so muss er nach dem Attraktionsgesetze dieselben um ein Gewisses weiter von einander entfernen, als sie ohne seine Einwirkung von einander abstehen würden, denn diese letztere ist bei M, dem an S näheren Körper, stärker, als bei E, dem von S entfernteren. Dasselbe wird der Fall sein, wenn M in gerader Linie der Anziehungsrichtung von S nach E jenseits E, also bei Ma steht, denn nun ist die Anziehung bei E stärker, als bei Ma. Wenn dagegen der um E sich drehende Körper M auf seinem Laufe in Mb oder Mc steht, so muss die Anziehung von S aus die beiden Körper E und M um ein Gewisses einander näher führen, denn sie werden beide den nach S konvergirenden Anziehungsrichtungen ES und MbS oder ES und McS ein wenig folgen müssen. Für ganz kurze Strecken der Bahn M, Mc, Ma, Mb, M, eigentlich nur an zwei Punkten derselben auf der Bahnhälfte Mb, M, Mc, wo die Bahnrichtung mit dem Zuge der Attraktion zusammenfällt, wird die Anziehung von S her nur die gleichgerichtete Bewegung des Körpers M beschleunigen oder die entgegengesetzte verzögern, aber seinen Abstand von E nicht ändern. Nehmen wir nun hinzu, dass der Abstand SE gleichfalls Wechseln unterworfen wäre, so würde damit das Dargelegte

neue Modifikationen erfahren. Das alles ist nun wirklich der Fall bei den Abständen von Sonne, Erde und Mond zusammen, wie wir wissen, und die Sachlage für das Jahr 1871 wird das weiter ergeben.

Die grosse Ellipse FF in nebenstehender Figur bedeutet die Jahresbahn der Erde um die Sonne, und die Pfeile geben die Richtung des Laufes der ersteren an. Der stärker ausgezogene Theil dieser Ellipse zu beiden Seiten des Punktes gleich westlich von N (Norden), welcher den Ort der Erde am 1. Januar bezeichnet, markirt die Strecke der Bahn, auf deren Mitte die Erde heutzutage ihre grösste Sonnennähe, das Perihel, erreicht. In diesem Bahnstücke wird sie also von der Sonne am stärksten angezogen und mit ihr zugleich der Mond. Ein wenig ostwärts vom Perihel, im Punkte der Wintersonnenwende (der nördlichen Halbkugel), im (nördlichen) Sommer-Solstitium, etwas westlich von S (Süden), und in den beiden Punkten der Tag- und Nachtgleichen bei W (Westen) und O (Osten) ist die Erde E mit der Bahn und den vier zugehörigen Phasen des Mondes dargestellt, und es sind diese vier Lagen mit den Buchstaben A, B, C, D bezeichnet. Die Mondbahn trägt dort jedesmal ein stärker ausgezogenes Stück, welches nach Länge und Lage die Strecke derselben bezeichnet, innerhalb welcher im Jahre 1871 das Perigäum des Mondes sich hin und her bewegte.



Während des Neumondes und Vollmondes in A, also im australischen Sommer, werden nach dem Vorhergehenden Mond und Erde etwas von einander entfernt. Die grösste Nähe des Mondes an der Erde und also seine grösste Anziehung derselben, welche bei A, wie die Figur zeigt, nicht sehr weit vor dem Neumonde liegt, wird also durch die stärkere Anziehung der zugleich näheren Sonne vermindert, in Folge dessen wird seine Störung der

Erdmeere geringer, und werden also die weitesten Oszillationen des Seespiegels nicht in diese Zeit fallen können. Sie werden aber doch grösser sein müssen, als die Vollmond-Oszillationen derselben Lage A, denn der Mond ist dort als Vollmond in seiner Erdferne (Apogäum) oder eben ein wenig über dieselbe hinaus, und sein Abstand von der Erde wird dazu wieder durch die Sonne vergrössert, wenn auch etwas weniger, als beim Neumonde, da er sich um mehr als seinen doppelten früheren Erdabstand von der Sonne entfernt hat. Es finden demnach zweierlei Umstände statt, welche die Sommer-Vollmond-Wellen Australiens im Jahre 1871 zu den allerkleinsten gleichnamigen machen müssen, die Erdferne des Mondes und die fast grösste Erweiterung des Mond-Erdabstandes durch die alsdann nächste Sonne.

Sehen wir uns nun die der Lage A entgegesetzte C an, die des australischen Winters. Die Sonne ist in ihrer Erdferne, vergrössert für die Neu- und Vollmondzeiten also den Abstand des Mondes von der Erde am wenigsten im ganzen Jahre, am allerwenigsten im Vollmonde, der nahe an das Perigäum fällt. Es kommen also im australischen Winter des Jahres 1871 zweierlei Ursachen zusammen, um die Meeresstörung des Vollmondes zur grössten überhaupt zu machen, das Aphel der Sonne mit geringster Erweiterung des Mond-Erdabstandes und das Perigäum des Mondes; somit begreifen wir die allerweitesten Vollmond-Oszillationen bei Sydney in den mittleren Monaten des Jahres, ferner die grössere beobachtete Differenz zwischen Sommer- und Winter-Vollmondfluten, die kleinere zwischen gleichzeitigen Neumondwellen, für welche die bei den Vollmonden gedachten Ursachen umgekehrt wirkten. Im australischen Sommer hob die Sonnennähe einen Theil der Neumondstörung durch grössere Erweiterung des Mond-Erdabstandes auf, im australischen Winter milderte sie deren Schwäche durch eine Mindersteigerung der Mond-Erddistanz aus eigener grösserer Ferne.

Betrachten wir an zweiter Stelle die Lagen in B und D, welche resp. die des 31. März und 21. Septembers vorstellen. Die Erweiterung des Mond-Erdabstandes wird für die Neu- und Vollmonde etwas kleiner, als im australischen Sommer, etwas grösser, als im Winter sein, wieder etwas mehr für die der Sonne näheren Neumonde, als für die von ihr entfernteren Vollmonde betragen. Perigäum und Apogäum aber kommen hier im Jahre 1871 wenig in Frage, dafür jedoch im australischen Herbste, bei B, im letzten Viertel und kurz vorher, so wie im Frühlinge, bei D, im ersten Viertel und einige Tage vor demselben. Die Sonne lässt dann den Mond-Erdabstand fast unverändert und somit werden hier eigentliche Normalfluten

des Mondes zur Erscheinung kommen, freilich als Wellen der Quadraturen durch die Verschiebung gegen die Sonnenwellen in bekannter Weise doppelt verkleinert erscheinen.

Mit der so gewonnenen Einsicht in den Zusammenhang zwischen Konstellationen und Fluten an den vier Hauptpunkten der Erdbahn und des Jahres werden wir nun auch alle Zwischenlagen verstehen und, was die Hauptsache ist, einen Boden gewonnen haben, auf welchem wir Weiteres mit mathematischer Sicherheit aufbauen dürfen.

Ein oben am Schlusse des 3. Kapitels unerledigt gelassener Umstand, dass nämlich die zu Ende August, in den September und Oktober fallenden Uebergänge des Mondes über den Aequator erst nach längerem Zeitraume hinterher gleichhohe tägliche Doppelwellen erzeugen, als dieses im März und April geschieht, findet nun seine Begründung in den kräftigeren Oszillationen bei Voll- und Neumond, welche im australischen Frühlinge dicht vor, gleichzeitig mit und dicht hinter diesen Kreuzungspunkten von Mondbahn und Aequator liegen und also einer längeren Zeit zur Ausgleichung bedürfen werden, als die minder grossen Schwankungen des australischen März im Jahre 1871.

7. Kapitel.

Die Lage des Perigäums auf der Mondbahn und in Bezug auf Nord- und Südhalbkugel der Erde ist entscheidend für eine Versetzung von Meerwasser auf die eine oder andere Erdhälfte.

Mit der im vorigen Kapitel klargelegten Sachlage für das Jahr 1871, dass also die stärksten Anziehungen des Mondes stetig und nur der Südhemisphäre zufallen, ist nun für die Mondwirkung ein Fall im kleinen, d. h. für ein Jahr gegeben, wie ihn unsere Theorie im grossen, d. h. für die Sonne in 10,500 Jahren, auf Grund feststehender astronomischer Verhältnisse in seinen Konsequenzen entwickelt. Hier liegt also ein Prüfstein der Theorie vor uns, an dem sich beweisen muss, ob sie sich mit einer Realität oder mit einem Hirngespinnte befasst hat, ob ferner die ernstesten gegen die Theorie verschiedentlich erhobenen Einwände als solche ferner gelten können oder nicht.

denselben Stellen der Mondbahn her erregt werden, schwanken im Juli um 4 Fuss 7 1/2 Zoll, im August um 4 Fuss 6 Zoll, im September um 4 Fuss 7 1/4 Zoll, im Oktober um 4 Fuss 9 1/2 Zoll, im November um 4 Fuss 7 1/2 Zoll, im Dezember um 5 Fuss, im Januar um 4 Fuss 9 Zoll, im Februar um 4 Fuss 3 Zoll, im März um 4 Fuss 2 3/4 Zoll, im April um 3 Fuss 11 1/2 Zoll, im Mai um 4 Fuss, im Juni um 4 Fuss 5 Zoll.

Die Schwankungen des ersten Viertels, welche nahezu vom Nordpunkte der Mondbahn her im März erregt werden, betragen alsdann 2 Fuss 6 2/3 Zoll, im April 2 Fuss 10 Zoll, im Mai 3 Fuss 1 2/3 Zoll, im Juni 3 Fuss 4 1/2 Zoll, im Juli 3 Fuss 4 Zoll, im August 3 Fuss 4 1/3 Zoll, im September 3 Fuss 3 1/2 Zoll, im Oktober 3 Fuss 7 Zoll, im November 3 Fuss 3 Zoll, im Dezember 2 Fuss 11 Zoll, im Januar 2 Fuss 2 2/3 Zoll, im Februar 2 Fuss 3 1/4 Zoll.

Die Oszillationsweiten des letzten Viertels, welches wiederum dem ersten entgegengesetzt auf der Mondbahn und im Oktober nahe westlich am Nordpunkte derselben liegt, betragen in diesem Monate 2 Fuss 9 1/2 Zoll, im November 2 Fuss 8 Zoll, im Dezember 3 Fuss, im Januar 3 Fuss 4 1/2 Zoll, im Februar 3 Fuss 3 Zoll, im März 3 Fuss 5 1/2 Zoll, im April 3 Fuss 3 Zoll, im Mai 3 Fuss 2 Zoll, im Juni 2 Fuss 11 3/4 Zoll, im Juli 3 Fuss, im August 2 Fuss 8 Zoll, im September 2 Fuss 4 2/3 Zoll.

Ueberschauen wir vergleichend die Schwankungsnotizen der vier Kreise, so findet sich, dass bei allen vier ein Maximum der Oszillationsweite in das südwestliche Viertel und ein wenig über den Südpunkt nach Osten hin fällt, ein Minimum dagegen in das nordöstliche Viertel.

Wenn nun auch bei dem Minimum ein Theil der den nördlich herkommenden Wellen eigenen Minderhöhe auf Rechnung des Verlustes durch längeren Weg der Primärwellen zuzuschreiben ist, so weist doch die nicht genau süd-nördliche, sondern südwestlich-nordöstliche Gegenüberlage von Maximum und Minimum deutlich darauf hin, dass der Mond im Jahre 1871 die Erdmeere stärker gestört habe, während er sich auf dem südwestlichen Viertel seiner Bahn befand, schwächer, während er deren nordöstliches Viertel durchlief.

Noch bemerken wir, dass die Unterschiede zwischen den Vollmondwellen von Norden und Süden der Mondbahn her mehr differiren, als die Neumondwellen derselben Stellen. Das heisst also: im australischen Sommer waren die Vollmonde verhältnissmässig schwächer, im Winter verhältnissmässig stärker, als die entsprechenden Neumonde. Auch das kann nur auf kosmischen Ursachen beruhen, die sich leicht untersuchen lassen.

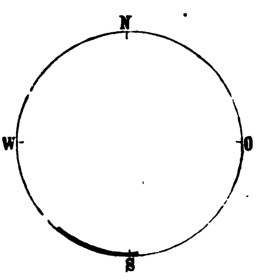
Wir haben demnach die Astronomie zu fragen, welchen Aufschluss sie uns geben könne.

Sie sagt: Die Mondbahn ist, wie die aller bekannten um andere sich wälzenden Körper, eine Ellipse, d. h. ein der Eilinie sich nähernder, von zwei entgegengesetzten Seiten her etwas zusammengedrückter Kreis. Der Zentralkörper steht nicht in seiner Mitte, sondern etwas seitwärts von derselben nach einer der schärferen Krümmungen hin. In Folge dessen ist der umlaufende Körper dem zentralen an einer Stelle der Bahn etwas näher, an einer entgegengesetzten etwas ferner, als eine kreisförmige Bahn ihn führen würde. An der näheren Stelle muss also nach dem Attraktionsgesetze die gegenseitige Anziehung beider Körper etwas grösser, an der ferneren etwas kleiner sein, als sie auf allen Punkten einer mit der Ellipse gleich langen Kreisbahn wäre.

Die der Erde nähere Stelle der Mondbahn, das Perigäum genannt, lag nun, sagt die Astronomie weiter, im Jahre 1871 im südwestlichen Viertel derselben, die entferntere, das Apogäum, im nordöstlichen. Erstere blieb aber, wie das mit guten Gründen (Einwirkung der Sonne auf die Mondbahngestalt) zusammenhängt, in dieser Zeit nicht stabil, sondern sprang innerhalb des Jahres zwischen bestimmten Grenzen hin und her. Die Grenzen waren 234°,19944 und 274°,97336, oder ungefähr 234 und 275° der Länge.

Was besagt diese Ortsangabe?

Betrachten wir uns einen der obigen vier Kreise. Alle Bewegungen in der Ekliptik misst man von einem angenommenen festen Punkte an, dem sogenannten Frühlingspunkte oder der Stelle, an welcher scheinbar die Sonne am 21. März sich befindet. Sie trägt bei unserem Kreise den Buchstaben O (Osten). Von ihm aus über Norden nach dem entgegengesetzten Westpunkte der Ekliptik zählt man bis 180 Grade der Länge, von da aus über Süden nach Osten zurück 180—360 Grade.

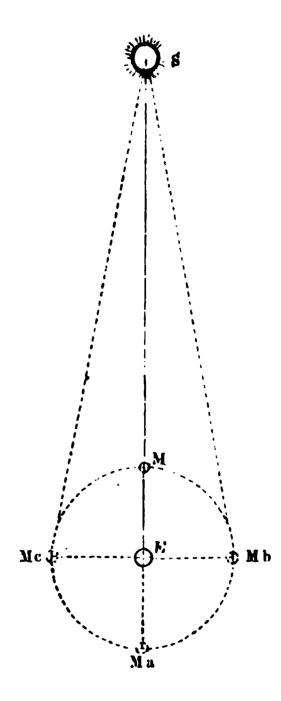


Das Perigäum des Mondes lag also im Jahre 1871 hie und da innerhalb eines Stückes der Mondbahn, welches eine Strecke südwärts von dem Westpunkte begann und 5 Grade über den Südpunkt derselben nach Osten zu hinausreichte, wie es in beistehender Figur zu ersehen, wo das stark gezogene Kreisstück die Jahresstrecke des Perigäums bezeichnet.

Natürlich ist von dem Punkte grösster Nähe aus nach beiden Seiten hin dieselbe für einen ziemlich langen Bahntheil nur unbedeutend geringer, und so zeigt sich deren Wirkung, die stärkere Anziehung, für den ganzen

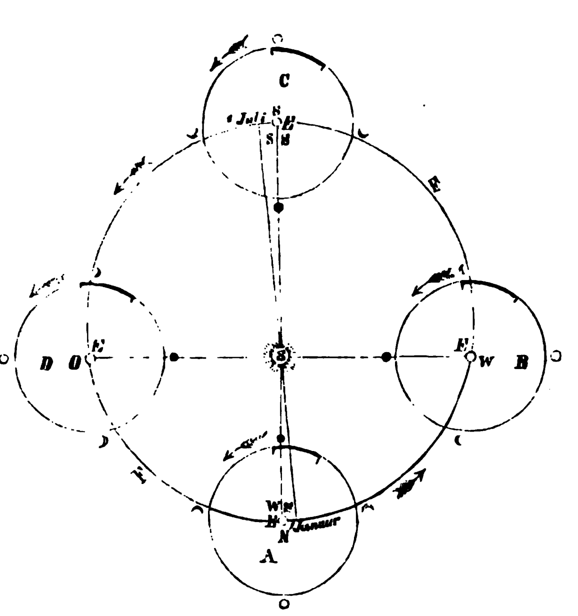
Jahresverlauf über ein Stück der Bahn hin, welches merklich länger ist, als das in der Figur angegebene.

Die Astronomie fügt schliesslich noch belehrend hinzu (worüber später ein Näheres), dass die Stellen des Perigäums und Apogäums im ganzen, wenn auch in hüpfender Weise, jedes Jahr um eine mit der vorjährigen gleichlange Strecke von Westen nach Osten, oder im umgekehrten Sinne der Uhrzeiger, auf der Mondbahn vorrücken und einen Turnus um die ganze Bahn in 8 Jahren, 310 Tagen, 13 Stunden, 48 Minuten, 53 Sekunden vollenden. Mit dem festen Anhaltspunkte der Lage des Perigäums im Jahre 1871 wird es nun gelingen, uns die in diesem Kapitel besprochenen Wechsel der Schwankungsweiten der australischen Kurven hinsichtlich ihrer Ursächlichkeit durch folgende Erörterungen völlig klar zu machen.



Wenn ein Weltkörper S (Sonne) in beistehender Figur zwei andere M (Mond) und E (Erde) zugleich in derselben Richtung S M E anzieht, so muss er nach dem Attraktionsgesetze dieselben um ein Gewisses weiter von einander entfernen, als sie ohne seine Einwirkung von einander abstehen würden, denn diese letztere ist bei M, dem an S näheren Körper, stärker, als bei E, dem von S entfernteren. Dasselbe wird der Fall sein, wenn M in gerader Linie der Anziehungsrichtung von S nach E jenseits E, also bei Ma steht, denn nun ist die Anziehung bei E stärker, als bei Ma. Wenn dagegen der um E sich drehende Körper M auf seinem Laufe in Mb oder Mc steht, so muss die Anziehung von S aus die beiden Körper E und M um ein Gewisses einander näher führen, denn sie werden beide den nach S konvergirenden Anziehungsrichtungen ES und MbS oder ES und McS ein wenig folgen müssen. Für ganz kurze Strecken der Bahn M, Mc, Ma, Mb, M, eigentlich nur an zwei Punkten derselben auf der Bahnhälfte Mb, M, Mc, wo die Bahnrichtung mit dem Zuge der Attraktion zusammenfällt, wird die Anziehung von S her nur die gleichgerichtete Bewegung des Körpers M beschleunigen oder die entgegengesetzte verzögern, aber seinen Abstand von E nicht ändern. Nehmen wir nun hinzu, dass der Abstand SE gleichfalls Wechseln unterworfen wäre, so würde damit das Dargelegte

neue Modifikationen erfahren. Das alles ist nun wirklich der Fall bei den Abständen von Sonne, Erde und Mond zusammen, wie wir wissen, und die Sachlage für das Jahr 1871 wird das weiter ergeben.



Die grosse Ellipse FF in nebenstehender Figur bedeutet die Jahresbahn der Erde um die Sonne, und die Pfeile geben die Richtung des Laufes der ersteren an. Der stärker ausgezogene Theil dieser Ellipse zu beiden Seiten des Punktes gleich westlich von N (Norden), welcher den Ort der Erde am 1. Januar bezeichnet, markirt die Strecke der Bahn, auf deren Mitte die Erde heutzutage ihre grösste Sonnennähe, das Perihel, erreicht. In diesem Bahnstücke wird sie also von der Sonne am stärksten angezogen und mit ihr zugleich der Mond. Ein wenig ostwärts vom Perihel, im Punkte der Wintersonnenwende (der nördlichen Halbkugel), im (nördlichen) Sommer-Solstitium, etwas westlich von S (Süden), und in den beiden Punkten der Tag- und Nachtgleichen bei W (Westen) und O (Osten) ist die Erde E mit der Bahn und den vier zugehörigen Phasen des Mondes dargestellt, und es sind diese vier Lagen mit den Buchstaben A, B, C, D bezeichnet. Die Mondbahn trägt dort jedesmal ein stärker ausgezogenes Stück, welches nach Länge und Lage die Strecke derselben bezeichnet, innerhalb welcher im Jahre 1871 das Perigäum des Mondes sich hin und her bewegte.

Während des Neumondes und Vollmondes in A, also im australischen Sommer, werden nach dem Vorhergehenden Mond und Erde etwas von einander entfernt. Die grösste Nähe des Mondes an der Erde und also seine grösste Anziehung derselben, welche bei A, wie die Figur zeigt, nicht sehr weit vor dem Neumonde liegt, wird also durch die stärkere Anziehung der zugleich näheren Sonne vermindert, in Folge dessen wird seine Störung der

Erdmeere geringer, und werden also die weitesten Oszillationen des Seespiegels nicht in diese Zeit fallen können. Sie werden aber doch grösser sein müssen, als die Vollmond-Oszillationen derselben Lage A, denn der Mond ist dort als Vollmond in seiner Erdferne (Apogäum) oder eben ein wenig über dieselbe hinaus, und sein Abstand von der Erde wird dazu wieder durch die Sonne vergrössert, wenn auch etwas weniger, als beim Neumonde, da er sich um mehr als seinen doppelten früheren Erdabstand von der Sonne entfernt hat. Es finden demnach zweierlei Umstände statt, welche die Sommer-Vollmond-Wellen Australiens im Jahre 1871 zu den allerkleinsten gleichnamigen machen müssen, die Erdferne des Mondes und die fast grösste Erweiterung des Mond-Erdabstandes durch die alsdann nächste Sonne.

Sehen wir uns nun die der Lage A entgesetzte C an, die des australischen Winters. Die Sonne ist in ihrer Erdferne, vergrössert für die Neu- und Vollmondzeiten also den Abstand des Mondes von der Erde am wenigsten im ganzen Jahre, am allerwenigsten im Vollmonde, der nahe an das Perigäum fällt. Es kommen also im australischen Winter des Jahres 1871 zweierlei Ursachen zusammen, um die Meeresstörung des Vollmondes zur grössten überhaupt zu machen, das Aphel der Sonne mit geringster Erweiterung des Mond-Erdabstandes und das Perigäum des Mondes; somit begreifen wir die allerweitesten Vollmond-Oszillationen bei Sydney in den mittleren Monaten des Jahres, ferner die grössere beobachtete Differenz zwischen Sommer- und Winter-Vollmondfluten, die kleinere zwischen gleichzeitigen Neumondwellen, für welche die bei den Vollmonden gedachten Ursachen umgekehrt wirkten. Im australischen Sommer hob die Sonnennähe einen Theil der Neumondstörung durch grössere Erweiterung des Mond-Erdabstandes auf, im australischen Winter milderte sie deren Schwäche durch eine Mindersteigerung der Mond-Erddistanz aus eigener grösserer Ferne.

Betrachten wir an zweiter Stelle die Lagen in B und D, welche resp. die des 31. März und 21. Septembers vorstellen. Die Erweiterung des Mond-Erdabstandes wird für die Neu- und Vollmonde etwas kleiner, als im australischen Sommer, etwas grösser, als im Winter sein, wieder etwas mehr für die der Sonne näheren Neumonde, als für die von ihr entfernteren Vollmonde betragen. Perigäum und Apogäum aber kommen hier im Jahre 1871 wenig in Frage, dafür jedoch im australischen Herbste, bei B, im letzten Viertel und kurz vorher, so wie im Frühlinge, bei D, im ersten Viertel und einige Tage vor demselben. Die Sonne lässt dann den Mond-Erdabstand fast unverändert und somit werden hier eigentliche Normalfluten

des Mondes zur Erscheinung kommen, freilich als Wellen der Quadraturen durch die Verschiebung gegen die Sonnenwellen in bekannter Weise doppelt verkleinert erscheinen.

Mit der so gewonnenen Einsicht in den Zusammenhang zwischen Konstellationen und Fluten an den vier Hauptpunkten der Erdbahn und des Jahres werden wir nun auch alle Zwischenlagen verstehen und, was die Hauptsache ist, einen Boden gewonnen haben, auf welchem wir Weiteres mit mathematischer Sicherheit aufbauen dürfen.

Ein oben am Schlusse des 3. Kapitels unerledigt gelassener Umstand, dass nämlich die zu Ende August, in den September und Oktober fallenden Uebergänge des Mondes über den Aequator erst nach längerem Zeitraume hinterher gleichhohe tägliche Doppelwellen erzeugen, als dieses im März und April geschieht, findet nun seine Begründung in den kräftigeren Oszillationen bei Voll- und Neumond, welche im australischen Frühlinge dicht vor, gleichzeitig mit und dicht hinter diesen Kreuzungspunkten von Mondbahn und Aequator liegen und also einer längeren Zeit zur Ausgleichung bedürfen werden, als die minder grossen Schwankungen des australischen März im Jahre 1871.

7. Kapitel.

Die Lage des Perigäums auf der Mondbahn und in Bezug auf Nord- und Südhalbkugel der Erde ist entscheidend für eine Versetzung von Meerwasser auf die eine oder andere Erdhälfte.

Mit der im vorigen Kapitel klargelegten Sachlage für das Jahr 1871, dass also die stärksten Anziehungen des Mondes stetig und nur der Südhemisphäre zufallen, ist nun für die Mondwirkung ein Fall im kleinen, d. h. für ein Jahr gegeben, wie ihn unsere Theorie im grossen, d. h. für die Sonne in 10,500 Jahren, auf Grund feststehender astronomischer Verhältnisse in seinen Konsequenzen entwickelt. Hier liegt also ein Prüfstein der Theorie vor uns, an dem sich beweisen muss, ob sie sich mit einer Realität oder mit einem Hirngespinnte befasst hat, ob ferner die ernstesten gegen die Theorie verschiedentlich erhobenen Einwände als solche ferner gelten können oder nicht.

Stellt sich in unserem hier vorliegenden Falle stetiger stärkerer Mondanziehung für dieselbe Halbkugel der Erde auf kurze Zeit keine der Theorie entsprechende Wirkung ein, so ist die erstere nichtig; entspricht ihr aber das Resultat der in Wirksamkeit stehenden Ursachen, so ist ihr Hauptsatz bewiesen und fernerhin unanfechtbar.

Wenn wir uns den Kurvenzug des ganzen Jahres selbst bloss oberflächlich ansehen, so springt sofort ein Umstand in die Augen, welcher der Theorie Glück verheisst. Während im Januar, Februar und theilweise noch im März die Schlingenenden der tiefsten Wellenthäler fast an die untere Grenze des Liniensystems rühren, in welches sie genau nach den Originalkurven hineinkonstruirt worden sind, so steigen sie von da an fast stetig immer mehr über diese Grenze empor, nähern sich ihr im ganzen Jahre nie wieder bis auf das Anfangsmaass und bleiben demselben fast dauernd in einem Maximo fern in den letzten drei Monaten Oktober, November und Dezember. Mit den höchsten Gipfeln kann nicht das genau Entsprechende der Fall sein, denn die höchsten Schlingenenden der mittleren (australischen Winter-) Monate müssen, wenn der Seespiegel steigt, nothwendig in doppeltem Maasse höher greifen, als dieses Steigen beträgt, also schon im Juni, Juli und August an eine obere Grenze rühren, welche die geringeren höchsten Oszillations-Gipfel bei ferner steigendem Meeresniveau erst am Ende des Jahres auch erreichen. Diese letzteren steigen aber im November und besonders im Dezember zu noch bedeutenderer Höhe empor, derart, dass Herr Russell, der Beaufsichtiger des Flutzeigers, am 11. Dezember auf dem Kurvenblatte vermerkt: „Heute wurde der Stift um 1′ 2″ tiefer gestellt, weil er bei den hohen Fluten“ (die aber wirklich um 1 Fuss geringer waren, als die im Juni und Juli) „über das Papier hinausgriff.“*)

Dem ungefähren Urtheile über die Veränderung des Seespiegels musste nun ein bestimmteres substituirt werden. Wir suchten also durch Halbirung der täglichen Oszillationen das mittlere Niveau für jeden Tag des Jahres, stellten dasselbe in einer den Tagen folgenden Liste zusammen und kon-

---

*) Dieses Uebergreifen des Stiftes über die obere Grenze der Blätter hatte schon seit Juni in fast demselben Maasse bei hohen Oszillationen stattgefunden, wesshalb wir in unserem Liniensysteme oben 1 Fuss zugesetzt haben, um alle Kurven innerhalb desselben legen zu können. Dafür sind bei unserer Uebertragung 2 Fuss unten, als im Jahre 1871 überflüssig, weggeblieben. Das australische Netz umfasst 8 Fuss, und um 9 Fuss schwanken dort im Laufe mehrer Jahre die Gipfel und Thäler, in dem einen Jahre 1871 um 7 Fuss. Späteres führt uns hierauf zurück.

struirten eine, die tägliche mittlere Seespiegelhöhe ausdrückende Kurve zunächst unterhalb der Oszillations-Kurvenreihe der Tafel. (Die Liste mit zugehöriger Rechnung findet sich am Ende dieses Kapitels.)

Weil aber die Kurve des täglichen mittleren Seespiegels, obschon für gleich nachfolgende Untersuchungen höchst instruktiv, noch zu bewegt war, um in Betreff des Wachsens im ganzen Jahre ein ganz klares Bild zu geben, so suchten wir aus der Liste der täglichen Seespiegel-Höhen abermals die Mittel für die sukzessiven Halblunationen, oder eigentlich für die Zeitabschnitte, während welcher hintereinander die direkte Anziehung des Mondes abwechselnd bloss auf die südliche oder nördliche Halbkugel der Erde fiel, drückten das Gefundene abermals durch eine Kurve aus und setzten dieselbe wieder unter die vorgenannte zweite der Tafel.

In dieser ruhigen Linie nun, die hier keiner weiteren Vereinfachung bedarf, haben wir den genauen Ausdruck der Bewegung, welche der Seespiegel bei Sydney, und also nothwendig auf der ganzen Südhemisphäre, im Jahre 1871 machte.

Sie senkt sich mit sehr geringen Schwankungen vom Anfange des Jahres bis Ende Februar um ein paar Zoll, steigt von Mitte März an rascher und stetig bis Mitte April um 1 Fuss und mehre Zoll, sinkt gegen Ende April um etwa 1 Zoll, steigt bis Anfang Mai um zirka 1 1/2 Fuss gegen die Anfangshöhe des Januars, sinkt bis gegen Ende Mai um ungefähr 1/2 Fuss, erhebt sich dann dauernd für den ganzen Juni etwa 1 Fuss 7 Zoll über die Januarhöhe, sinkt von Anfang Juli an bis fast Mitte August um stark 1/2 Fuss, steigt bis zur letzten Woche des August um ein paar Zoll, sinkt langsam bis zu den letzten 1 1/2 Wochen des Septembers auf etwa 1 Fuss Erhebung über die Anfangshöhe, steigt dann ziemlich rasch bis ungefähr zur Maximalhöhe des Juli auf, um welche sie in den drei letzten Monaten des Jahres nur unscheinbar schwankt, die aber Mitte Dezember um einige Zoll übertroffen wird. Am Ende des Jahres steht also der Seespiegel der südlichen Halbkugel um stark 1 1/2 Fuss höher, als am Anfange desselben.

Somit haben wir den Satz als unwiderlegliche Wahrheit vor uns: Welche Halbkugel die stärkere Mondanziehung erfährt, erhält dauernd, d. h. bis zur Zurückversetzung, einen Zuwachs an Meerwasser trotz Ausgleichungen durch Strömungen, trotz angeblich entgegenstehender hydrostatischer Gesetze, trotz der behaupteten Unverrückbarkeit des Schwerpunktes der Erde. Der Grundgedanke der Umsetzungstheorie ist richtig und kann allein richtig sein, wie spätere Ausführungen ergeben werden.

Ebenso richtig ist die Auffassung der Art und Weise, wie die Versetzung des Wassers statthabe, weil eben keine andere Art und Weise denkbar ist, als die durch das Uebergreifen der Hebungskreise über den Aequator.

Aber, wird man nun freilich doch noch fragen müssen, warum schwankt denn noch der mittlere Seespiegel der südlichen Halbkugel im Laufe des Jahres 1871? Warum steigt er nicht stetig an von einem Minimum am Anfange zu einem Maximum am Ende? Will denn nicht ferner die Theorie, dass die Sonne gerade im südlichen Sommer, also in den Monaten Dezember, Januar und Februar, der Südhalbkugel Wasser zufüge? Warum sehen wir statt dessen am Ende des Dezembers, im Januar und Februar den Seespiegel sinken? warum ihn während des Juni und zu Anfang Juli steigen, wann er sinken sollte?

Die letzten beiden Fragen können sofort und leicht erledigt werden. Die ersteren erfordern eine demnächstige gründliche Untersuchung auf Grund der im vorigen Kapitel gewonnenen Einsicht in die astronomischen Sachlagen.

Wie spätere Rechnungen zeigen werden, ist das jährliche Quantum des durch die Sonne dauernd versetzten Wassers so gering, dass sein Zuwachs zum Seespiegel lange nicht die verhältnissmässige Dicke der Linie erreicht, welche unsere Kurve bildet, also in derselben gar nicht zur Darstellung kommen könnte. Um das schon vor der späteren Berechnung in etwa einzusehen, braucht man bloss zu erwägen, dass die anziehende Wirkung der Sonne überhaupt nur die Hälfte derjenigen des Mondes beträgt, und dass ihre indirekte Flutwelle auf der abgekehrten Erdseite wegen des grossen Sonnenabstandes nahezu dieselbe Höhe erreicht, wie die direkte, also immer fast völlig ausgleichend entgegenwirkt, während die indirekte Mond-Flutwelle, bei der im Verhältnisse zur Sonne geringen Entfernung des Mondes von der Erde, immer erheblich kleiner sein und so die Ausgleichung verringern muss. Von einer Wahrnehmung der in der Theorie gemeinten dauernden Wasserversetzung durch die Sonne in einem Jahre kann also bei unserer australischen Kurve durchaus keine Rede sein. Sehr viel anders ist es freilich mit der bloss zeitweiligen Wasserversetzung durch die Sonnenanziehung, wie wir sogleich bei den Fragen betreffs der Schwankungen nach Monaten und kürzeren Zeiträumen sehen werden.

Mit ihrer Beantwortung wird nicht nur eine vollkommene Beseitigung aller möglichen hartnäckigsten Zweifel gelingen, sondern sich auch eine weitere Bestätigung der von uns behaupteten Art und Weise der Wasserversetzung ergeben.

Wollen wir die im vorigen Kapitel gegebene Zeichnung der Erdbahn mit den vier Stellungen der Erde und ihren betreffenden Mondbahnen noch einmal in's Auge fassen.

Der Mond legt seinen Weg um die Erde im Laufe des Jahres etwa $12^1/_2$ Mal zurück. Etwa 3 seiner Umläufe fallen also auf jedes Viertel der Erdbahn. Aehnliche Wirkungen der Anziehung des Mondes, hier Störungen der Erdmeere, finden also immer in den 3 Monaten, die jedesmal zu beiden Seiten der oben gezeichneten vier Stellungen liegen, statt.

Wenn die nahe am Wintersolstitium liegende stärkste Sonnenanziehung der Mondstörung im Neu- und Vollmonde, wie hier für 1871 nachgewiesen, während des Januars am stärksten entgegenwirkt, so thut sie es auch schon stärker im Dezember und noch stark im Februar. Wenn diese Entgegenwirkung am 21. März für die Syzygien zu Null wird, so ist sie für dieselben auch schon geringfügiger Anfang März und noch im April. Wenn die Sonne wegen grösseren Abstandes von Erde und Mond am 21. Juni die Mond-Erddistanz bei Neu- und Vollmond nur um ein Geringeres vergrössert, so ist diese Beeinflussung auch nur wenig bedeutend schon Ende Mai und noch bis Ende Juli. Wenn um die australische Frühlings-Nachtgleiche, am 21. September, zum zweiten Male die Sonne die Mond-Erdentfernung bei Neu- und Vollmondzeiten unberührt lässt, so wirkt sie bei denselben Konstellationen auch schon nur in geringem Maasse erweiternd auf diesen Abstand am Ende des August und bis über die Hälfte Oktober hin.

Dem ungefähr entsprechend sehen wir also vom Ende des Dezembers bis zum Ende des Februars hin den Seespiegel im ganzen sehr langsam sinken, ihn von Ende Februar bis acht Tage in den Mai hinein stetig steigen, ihn mit Ausnahme einer kurzen und kleinen Schwankung nach unten im Juni und bis Anfang Juli eine bedeutende Höhe beibehalten, ihn dann, allerdings dem angegebenen Schema scheinbar zuwider, bis zum 21. September etwa im ganzen sinken, ihn von da an aber normal bis Mitte Dezember im ganzen steigen.

Die gedachte scheinbar abnorme Senkung des Seespiegels im Juli, August und September, welche indessen Ende August von einer etwa halbmonatlichen Steigung unterbrochen worden ist, führt uns nun zu genauerem Zuschauen nach ihrer Ursache und zu betreffenden Erörterungen.

Wir haben uns zu erinnern, dass, wie im 6. Kapitel gesagt wurde, das Perigäum innerhalb der angegebenen Grenzen während des Jahres 1871 hin und her sprang, wie denn eine solche Bewegung desselben stetig in Folge bekannter Beeinflussung der Mondbahn durch die Sonne stattfindet.

Wenn nebenstehende 12 Kreise die Mondbahn für die 12 Monate vorstellen, so bezeichnen auf ihnen die Punkte P die jedesmalige Lage des Perigäums im Jahre 1871. Sie ist, wie wir sehen, sehr verschieden nach den kurzen Zeiträumen von je 4 Wochen und einigen Tagen, befindet sich im Januar nur einige Grade westlich vom Südpunkte der Bahn, etwa doppelt so weit westlich von demselben im Februar, springt plötzlich sehr weit westlich vor im März, ist noch in der Mitte des südwestlichen Kreisviertels im April, zirka 22 Grade westlich vom Südpunkte im Mai, rückt näher an diesen im Juni, springt einige Grade ostwärts über ihn hinaus im Juli, gegen 22 Grade im August, kehrt nach Westen von ihm zurück im September, steht an 30 Grade westlich vom Südpunkte im Oktober, nähert sich ihm um die Hälfte der letzteren Entfernung im November und um ein weiteres Viertel derselben im Dezember.

Lassen wir nun dieselben 12 Kreise die mit der Mondbahn nahe zusammenfallende Ekliptik bedeuten, tragen auf jedem durch einen stärkeren Zug diejenige Hälfte der Erdbahn an, in deren Mitte das Perihel liegt, zeichnen das Bild der Erde an die Stelle, wo sie sich bei jedem Monatsanfange befindet und ziehen von da durch die Mitte, den ungefähren Sonnenort, eine Gerade, so sagt uns letztere, in welcher Richtung jedesmal die Sonnenanziehung die Mond-Erd-Distanz erweitert. In allen Monaten, bei denen diese Richtung auf den stark gezeichneten Theil des Ringes trifft, ist diese Erweiterung beträchtlicher, als das Mittel dieses Einflusses, in allen andern Monaten ist sie entweder dieses Mittel oder geringer. Auf diese Art ergibt sich, dass im Januar und Februar die Einwirkung der Sonne stark, im März wegen der Lage des Perigäums fast Null, im April wegen dieser fast selben Lage und nahen Zusammenfallens der Sonnenrichtung mit dem Aequator für die Südhemisphäre unbedeutend, im Mai, Juni, Juli und August wegen des Aphels der Sonne am schwächsten, im September wegen der Lage des Perigäums gleichfalls noch auf dieses fast unwirksam, im Oktober wieder wegen der Lage des Perigäums und dann des abermaligen nahen Zusammenfallens der Sonnenrichtung mit dem Aequator ziemlich unwirksam, im November und Dezember in stetem Zunehmen begriffen ist und im letzten Monate ein Maximum erreicht.

Man sieht, die Kurve des halbmonatlichen mittleren Seespiegels passt sich diesen Umständen schon recht gut an und erscheint hauptsächlich als ihr Ausdruck; aber sie wird auch noch von andern Verhältnissen gestaltet, die fast nicht minder wesentlich sind.

Erstens ist das Perigäum der Halbirungspunkt einer ganzen Hälfte

der Mondbahn, auf welcher der Mond der Erde näher ist, also ihre Gewässer mehr stört und versetzt. Je nach der mehr oder minder vom Südpunkte der Ekliptik (oder Mondbahn) entfernten Lage des Perigäums wird die Bahnhälfte des Mondes mit stärkerer Anziehung mehr oder weniger über den Aequator hinübergreifen zur anderen Halbkugel, auf welche das Apogäum fällt. Da nun Flutaufwölbungen des Mondes (oder der Sonne), deren Gipfel genau oder fast genau den Aequator durchlaufen, wie im März und September z. B. die der Neu- und Vollmondfluten, kein Wasser versetzen können, dagegen aber die Versetzungen kräftig anfangen müssen, ein paar Tage nachdem die direkten Gipfel wieder entschieden nur einer Hemisphäre angehören, so wird für diese Hemisphäre viel darauf ankommen, wie weit dann der Mond von seinem Perigäum absteht. Ist er ihm zur Zeit des Uebertrittes zu einer anderen Hemisphäre näher, so wird diese rascher kräftigen Zuwachs an Wasser erhalten; ist er ihm ferner, so wird der Seespiegel nur langsam steigen können.

Daher sehen wir im März und April, in welchen Monaten der Mond, in grosser Nähe an seinem Perigäum, seine direkten Vollmondwellen auf die Südhalbkugel überführte, den Seespiegel verhältnissmässig rasch und stetig sich erheben; im September dagegen, zu welcher Zeit der Mond bei seinem Uebergange nach Süden nahezu einen Viertelkreis vom Perigäum entfernt war, finden wir, dass er keinen merklichen Wasserzuwachs brachte; im Oktober hinwiederum, wann er dem Perigäum noch einmal fast ebenso nahe stand, wie im April, ist sein Hemisphären-Wechsel nach Süden von hohem Wasser begleitet.

Zweitens haben wir hier die temporäre Wasserversetzung durch die Sonne im Sommer- und Winterhalbjahre der Südhalbkugel sehr zu berücksichtigen, eine Wirkung, welche im Jahre an bestimmten Stellen festliegt und sich zeigt. Die Sonne wirkt temporär etwa halb so stark anziehend auf die Meergewässer, wie der Mond. In den drei australischen Sommermonaten kommt der stärkere Versetzungs-Zuwachs der stärkeren direkten Sonnenanziehung also zur Mondversetzung hinzu, in den drei australischen Wintermonaten ebenso der wenig schwächere ihrer schwächeren indirekten Wellen. Dieser temporäre Zuwachs wird dann natürlich an einem bestimmten Orte am sichtbarsten sein, wann die Gipfel der täglichen Sonnenwellen diesem Orte näher vorübergeführt werden, weniger sichtbar, wann die betreffenden Gipfel in grösserer Ferne vorübergehen. Die Sonnenwellen-Gipfel passiren nun Sydney am nächsten vorbei Ende Dezember und Ende

Juni, folglich müssen ihre Ausgleichungen dann am meisten den Seespiegelstand vorübergehend steigern.

Demgemäss sehen wir im australischen Sommer (Dezember, Januar, Februar) die beeinträchtigte Mondwellen-Wasserversetzung von 1871 durch die am weitesten südlich ziehenden Sonnenwellen mildern, so dass der Seespiegel nur unscheinbar sinkt, welcher stärker sinken müsste; demgemäss ferner das mittlere Niveau im Mai, Juni und Juli noch mehr steigen, als es die wegen der Sonnenferne weniger erweiterte Mond-Erd-Distanz schon erwarten liess. Dieser Sachlage zufolge wächst weiter Anfang März die Seehöhe nicht besonders trotz günstiger Lage des Perigäums, weil die Sonnenwellen-Gipfel den Aequator passiren, also keine Halbkugel bevorzugen, und sinkt der Seespiegel Ende Juli, im August und September, weil dann wieder die Sonnenwellen-Gipfel ihre Bahn immer weiter von Sydney verlegen und schliesslich dem Aequator folgen. Eine kleine Hebung des mittleren Niveaus gegen Ende August wird als das Resultat einer für kurze Zeit andauernden Gesammtwirkung des noch günstigeren Sonnenstandes und der gleichfalls für kurze Zeit günstigen Lage des Perigäums aufzufassen sein.

Die Uebergänge der direkten Anziehung über den Aequator mit begleitenden Umständen spielen sichtlich eine grosse Rolle bei der ganzen Frage über die mittleren halbmonatlichen Seespiegelhöhen, welche, wie die überstehende Kurve der Tafel zeigt, die Durchschnitte aus viel rascheren und bedeutenderen täglichen und mehrtägigen Schwankungen sind. Diese aber bleiben für Studien über Ursachen und Wirkungen eigentlich die Hauptsache als direkter Ausdruck der jeweiligen Einflüsse auf den Seespiegel, wogegen die flache Kurve der halbmonatlichen Schwankungen nur als Beleg für die Richtigkeit des Wasserversetzungs-Prinzips als solches dienen sollte.

Von dem grössten Einflusse auf die raschere oder langsamere Zu- und Abnahme ist natürlich für den bestimmten Ort Sydney, namentlich auch bei den Mondwellen, die Lage des Parallels, über welchen ihr jedesmal sich ausgleichender Gipfel geführt wird. Liegt dieser Parallel Sydney nahe, so wird sein Seespiegel lebhafter und rascher schwanken, als wenn er in weiter Entfernung bleibt. Daher haben wir im Sommer und Winter die bedeutendsten und wechselvollsten Bewegungen des täglichen mittleren Niveaus zur Zeit der Syzygien, die dann ihre direkten und indirekten Gipfel nahe vorbeiführen, im Frühlinge und Herbste um die Quadraturen, welche nun für beiderlei Gipfel die extremsten Lagen zu beiden Seiten des Aequators veranlassen.

Es lässt sich einstweilen über das hinaus, was wir zur allgemeinen Erklärung der Bewegungen des Sydney'er Seespiegels im Jahre 1871 entwickelt haben, nicht viel weiter kommen, d. h. es wird sich nicht jedes kleine und vorübergehende Steigen und Fallen desselben auf eine gleichzeitige bestimmte Veränderung in der Konstellation von Erde, Mond und Sonne zurückführen lassen. Solche kurzen Bewegungen gibt es in nicht kleiner Anzahl, die den offenbar vorliegenden Konstellations-Verhältnissen zuwiderzulaufen scheinen. Das sind natürlich Ausgleichungs-Bewegungen, die zwischen allen Theilen des grossen Ozeanes nicht nur, sondern zwischen allen Meeren der Halbkugel, ja denen der ganzen Erde stattfinden, und die wir erst dann mit vollkommner Klarheit werden verstehen lernen, wenn wir uns eine genaue Kenntniss der Schnelligkeit werden erworben haben, mit der solche riesig breiten, aber sehr flachen, der ganzen Erde angehörigen Wellen, der Erdattraktion folgend, die Gesammtmeere oszillatorisch durcheilen. Wenn einmal gleichzeitig arbeitende Flutzeiger auf beiden Hemisphären uns Kurven zur Vergleichung geliefert haben, dann darf man auf das vollste Verständniss auch aller Einzelheiten hoffen.

Was die Anfänge der hauptsächlichsten Schwankungen des mittleren Seespiegels unserer mittleren Kurve betrifft, so liegen sie durchgängig um dasselbe Zeitintervall hinter den sichtbaren Ursachen, wie wir es bei den Höhen- und Gestaltenwechseln der täglichen Wellenpaare gefunden haben, d. h. um 2, 3 bis 4 Tage.

Die Kurve des täglichen mittleren Seespiegels ist zur Ermöglichung einer wichtigen Vergleichung auf den hier folgenden paar Seiten durch eine Liste wiederholt, welche sie in Zahlen ausdrückt und in Abtheilungen je nach dem Stande des Mondes über Süd- und Nordhalbkugel der Erde also genaue Unterscheidungen der Umsetzungs-Effekte gestattet.

Liste der täglichen mittleren Höhen des Seespiegels zu Sydney im Jahre 1871.

(Die Abtheilungen reichen von einem Uebertritte des Mondes über den Aequator zum anderen.)

Mond nördlich

Datum		Höhe
1870.		
Dez. 30.	Höhe	4′ 3″,9
„ 31.	„	4′ 4″,4
1871.		
Jan. 1.	„	4′ 8″
„ 2.	„	4′ 5″,4
„ 3.	„	4′ 4″
„ 4.	„	4′ 4″
„ 5.	„	4′ 2″,5
„ 6.	„	4′ 3″,4
„ 7.	„	4′ 5″,2
„ 8.	„	4′ 5″,9
„ 9.	„	4′ 4″,9
„ 10.	„	4′ 3″,7
„ 11.	„	4′ 4″,8
	Durchschnitt	4′ 4″,6

Mond südlich

Datum		Höhe
Jan. 12.	Höhe	4′ 4″,5
„ 13.	„	4′ 8″
„ 14.	„	4′ 8″,6
„ 15.	„	4′ 7″,1
„ 16.	„	4′ 5″,6
„ 17.	„	4′ 4″,8
„ 18.	„	4′ 3″,1
„ 19.	„	4′ 1″,4
„ 20.	„	4′ 1″,2
„ 21.	„	4′ 0″,8
„ 22.	„	4′ 0″,9
„ 23.	„	4′ 1″,2
„ 24.	„	4′ 3″,9
	Durchschnitt	4′ 3″,9

Mond nördlich

Datum		Höhe
Jan. 25.	Höhe	4′ 3″,6
„ 26.	„	4′ 3″,2
„ 27.	„	4′ 3″,9
„ 28.	„	4′ 4″,8
„ 29.	„	4′ 3″,9
„ 30.	„	4′ 1″,4
„ 31.	„	4′ 5″,6
Febr. 1.	„	4′ 1″,6
„ 2.	„	4′ 2″,9
„ 3.	„	4′ 3″,2
„ 4.	„	4′ 5″,2
„ 5.	„	5′ 7″,9
„ 6.	„	4′ 9″,9
„ 7.	„	4′ 5″,1
„ 8.	„	4′ 4″,8
	Durchschnitt	4′ 4″,5

Mond südlich

Datum		Höhe
Febr. 9.	Höhe	4′ 4″
„ 10.	„	4′ 4″,7
„ 11.	„	4′ 2″,9
„ 12.	„	4′ 4″,6
„ 13.	„	4′ 5″,1
„ 14.	„	4′ 5″,3
„ 15.	„	4′ 0″,4
„ 16.	„	4′ 1″,7
„ 17.	„	4′ 2″,2
„ 18.	„	4′ 2″,2
„ 19.	„	4′ 4″,2
„ 20.	„	4′ 2″,1
	Durchschnitt	4′ 3″,8

Mond nördlich

April	17.	Höhe	5' 8",4
„	18.	„	5' 5",3
„	19.	„	5' 5",8
„	20.	„	5' 6",9
„	21.	„	5' 6",6
„	22.	„	5' 7",6
„	23.	„	5' 8",1
„	24.	„	5' 7",5
„	25.	„	5' 5",1
„	26.	„	5' 5",2
„	27.	„	5' 6",1
„	28.	„	5' 10",2
„	29.	„	5' 9",9
„	30.	„	5' 11",4
		Durchschnitt	5' 5",7

Mond nördlich

Mai	14.	Höhe	5' 8"
„	15.	„	5' 4",8
„	16.	„	5' 4",2
„	17.	„	5' 5",9
„	18.	„	5' 4",3
„	19.	„	5' 2",2
„	20.	„	5' 3",5
„	21.	„	5' 3",5
„	22.	„	5' 1",8
„	23.	„	5' 1",5
„	24.	„	5' 4",9
„	25.	„	5' 5"
„	26.	„	5' 6"
„	27.	„	5' 5",9
„	28.	„	6' 1"
		Durchschnitt	5' 5"

Mond südlich

Mai	1.	Höhe	5' 7",9
„	2.	„	5' 11"
„	3.	„	5' 11",4
„	4.	„	6' 1",3
„	5.	„	6' 0",1
„	6.	„	5' 11",9
„	7.	„	5' 7",8
„	8.	„	5' 8",5
„	9.	„	5' 6",9
„	10.	„	6'
„	11.	„	6' 1",1
„	12.	„	5' 10",9
„	13.	„	5' 9"
		Durchschnitt	5' 10",5

Mond südlich

Mai	29.	Höhe	6' 6",4
„	30.	„	6' 6"
„	31.	„	6' 3",8
Juni	1.	„	5' 11",3
„	2.	„	5' 10",9
„	3.	„	5' 9",4
„	4.	„	5' 8",8
„	5.	„	5' 7",8
„	6.	„	5' 9",8
„	7.	„	6'
„	8.	„	5' 11",4
„	9.	„	5' 10",5
„	10.	„	6' 1"
		Durchschnitt	6' 0",1

Mond nördlich

Juni	11.	Höhe	6′	0″,1
„	12.	„	6′	1″,2
„	13.	„	6′	3″,2
„	14.	„	6′	2″
„	15.	„	5′	11″,4
„	16.	„	5′	11″,5
„	17.	„	6′	1″,8
„	18.	„	6′	5″,4
„	19.	„	6′	3″,8
„	20.	„	5′	11″,5
„	21.	„	5′	10″,2
„	22.	„	5′	8″,2
„	23.	„	5′	7″
„	24.	„	5′	11″
„	25.	„	5′	11″,2
	Durchschnitt		6′	0″,2

Mond nördlich

Juli	8.	Höhe	5′	8″,2
„	9.	„	5′	6″,4
„	10.	„	5′	8″,1
„	11.	„	5′	7″,8
„	12.	„	5′	4″,1
„	13.	„	5′	6″,4
„	14.	„	5′	11″,9
„	15.	„	6′	1″,8
„	16.	„	6′	4″,2
„	17.	„	6′	3″,6
„	18.	„	6′	2″,6
„	19.	„	6′	2″,8
„	20.	„	5′	10″,7
„	21.	„	5′	5″,4
„	22.	„	5′	3″,2
	Durchschnitt		5′	9″,8

Mond südlich

Juni	26.	Höhe	5′	11″,8
„	27.	„	6′	0″,9
„	28.	„	5′	10″,8
„	29.	„	6′	2″,4
„	30.	„	6′	1″,8
Juli	1.	„	5′	11″,5
„	2.	„	5′	9″,9
„	3.	„	5′	9″,2
„	4.	„	5′	8″,8
„	5.	„	5′	8″,4
„	6.	„	5′	9″,5
„	7.	„	5′	9″,9
	Durchschnitt		5′	11″

Mond südlich

Juli	23.	Höhe	5′	2″,6
„	24.	„	5′	6″
„	25.	„	5′	10″,8
„	26.	„	5′	11″,8
„	27.	„	6′	0″,6
„	28.	„	5′	11″,6
„	29.	„	5′	10″,2
„	30.	„	5′	4″,6
„	31.	„	5′	5″,1
Aug.	1.	„	5′	5″,5
„	2.	„	5′	1″,6
„	3.	„	5′	2″,9
	Durchschnitt		5′	7″,1

Mond nördlich

Datum		Höhe	
Aug.	4.	Höhe	5′ 3″,5
„	5.	„	5′ 5″,6
„	6.	„	5′ 5″,6
„	7.	„	5′ 6″,5
„	8.	„	5′ 7″,6
„	9.	„	5′ 8″
„	10.	„	5′ 4″,4
„	11.	„	5′ 4″,5
„	12.	„	5′ 3″,8
„	13.	„	5′ 4″,9
„	14.	„	5′ 4″,5
„	15.	„	5′ 3″,8
„	16.	„	5′ 4″,7
„	17.	„	5′ 7″,1
„	18.	„	5′ 9″,1
		Durchschnitt	5′ 5″,6

Mond nördlich

Datum		Höhe	
Sept.	1.	Höhe	5′ 10″,5
„	2.	„	6′ 1″,6
„	3.	„	5′ 10″,5
„	4.	„	5′ 7″,5
„	5.	„	5′ 1″,6
„	6.	„	5′ 6″
„	7.	„	5′ 6″,4
„	8.	„	5′ 9″,5
„	9.	„	5′ 6″,3
„	10.	„	5′ 5″,8
„	11.	„	5′ 6″
„	12.	„	5′ 7″,9
„	13.	„	5′ 10″
„	14.	„	5′ 6″
		Durchschnitt	5′ 7″,7

Mond südlich

Datum		Höhe	
Aug.	19.	Höhe	5′ 9″,9
„	20.	„	6′ 1″,1
„	21.	„	5′ 7″,1
„	22.	„	5′ 6″,6
„	23.	„	5′ 4″,9
„	24.	„	5′ 6″,2
„	25.	„	5′ 6″,4
„	26.	„	5′ 6″,6
„	27.	„	6′ 0″,1
„	28.	„	5′ 7″,1
„	29.	„	6′ 1″,4
„	30.	„	5′ 9″,9
„	31.	„	5′ 9″
		Durchschnitt	5′ 8″,6

Mond südlich

Datum		Höhe	
Sept.	15.	Höhe	5′ 4″,6
„	16.	„	5′ 3″,5
„	17.	„	5′ 3″,9
„	18.	„	5′ 3″,6
„	19.	„	5′ 1″,2
„	20.	„	5′ 0″,8
„	21.	„	5′ 1″,5
„	22.	„	5′ 3″,1
„	23.	„	5′ 6″,8
„	24.	„	5′ 9″,1
„	25.	„	5′ 6″
„	26.	„	5′ 8″,5
„	27.	„	6′ 0″,4
		Durchschnitt	5′ 5″

Mond nördlich

Sept.	28.	Höhe	6′	0″,9
„	29.	„	6′	0″,6
„	30.	„	6′	0″,9
Okt.	1.	„	6′	0″,5
„	2.	„	6′	0″,8
„	3.	„	6′	1″,8
„	4.	„	6′	1″,2
„	5.	„	6′	3″
„	6.	„	6′	4″,4
„	7.	„	6′	3″,2
„	8.	„	5′	7″,8
„	9.	„	5′	6″
„	10.	„	5′	7″,1
„	11.	„	5′	11″,8
	Durchschnitt		6′	0″,1

Mond nördlich

Okt.	25.	Höhe	5′	9″,8
„	26.	„	5′	10″,2
„	27.	„	6′	0″,9
„	28.	„	5′	11″,4
„	29.	„	6′	0″,4
„	30.	„	6′	0″,5
„	31.	„	5′	10″,8
Nov.	1.	„	5′	11″,3
„	2.	„	5′	11″,5
„	3.	„	6′	0″,8
„	4.	„	6′	2″,1
„	5.	„	6′	0″,7
„	6.	„	5′	11″,9
„	7.	„	5′	10″,9
„	8.	„	5′	10″,1
	Durchschnitt		5′	11″,7

Mond südlich

Okt.	12.	Höhe	6′	0″,8
„	13.	„	5′	11″,8
„	14.	„	6′	5″,2
„	15.	„	6′	5″,2
„	16.	„	fehlt.	
„	17.	„	6′	0″,4
„	18.	„	5′	11″,4
„	19.	„	5′	10″,6
„	20.	„	5′	9″,9
„	21.	„	5′	9″,6
„	22.	„	5′	7″,9
„	23.	„	5′	9″,3
„	24.	„	5′	9″
	Durchschnitt		5′	11″,6

Mond südlich

Nov.	9.	Höhe	5′	8″,9
„	10.	„	5′	9″,4
„	11.	„	5′	9″,8
„	12.	„	5′	10″,4
„	13.	„	5′	10″,3
„	14.	„	5′	9″,7
„	15.	„	5′	10″,1
„	16.	„	6′	1″,6
„	17.	„	6′	0″,5
„	18.	„	fehlt.	
„	19.	„	5′	9″,9
„	20.	„	5′	10″,4
	Durchschnitt		5′	10″,5

Mond nördlich

Nov.	21.	Höhe	5' 9",9
„	22.	„	5' 11"
„	23.	„	6' 0",9
„	24.	„	6' 2",9
„	25.	„	6' 3",1
„	26.	„	6' 1",2
„	27.	„	6' 1",1
„	28.	„	6' 1",4
„	29.	„	6' 0",4
„	30.	„	6' 1",6
Dez.	1.	„	6' 1",8
„	2.	„	6' 0"3,
„	3.	„	5' 11",9
„	4.	„	6' 0",4
„	5.	„	6' 0",3
		Durchschnitt	6' 0",1

Mond südlich

Dez.	6.	„	5' 11",8
„	7.	„	6' 0",7
„	8.	„	6' 1",2
„	9.	„	6' 1",4
„	10.	„	6' 3",4
„	11.	„	6' 4",2
„	12.	„	6' 4",1
„	13.	„	6' 3"
„	14.	„	6' 2",5
„	15.	„	6' 1",2
„	16.	„	6' 3",1
„	17.	„	6' 1",4
„	18.	„	5' 11",8
		Durchschnitt	6' 2"

Mond nördlich

Dez.	19.	Höhe	5' 10",3
„	20.	„	5' 7",4
„	21.	„	5' 11",4
„	22.	„	6' 1",9
„	23.	„	6' 1",2
„	24.	„	5' 11",3
„	25.	„	5' 11",1
„	26.	„	fehlt.
„	27.	„	5' 10",4
„	28.	„	5' 11"1,
„	29.	„	5' 9"
„	30.	„	5' 10",8
„	31.	„	5' 10",2
		Durchschnitt	5' 10",8

Sucht man hier zunächst die Durchschnittshöhe des Spiegels aus jeder Reihe während des nördlichen Mondstandes und ebenso diejenige aus jeder Reihe während des südlichen, sowie abermals das Mittel aus allen nördlichen und allen südlichen Durchschnitten, so findet man für ersteres 5' 5",12 und für letzteres 5' 5",55. Das heisst also: Während der Mond

im Jahre 1871 seine direkten Fluten über die Südhemisphäre bewegte, gewann dieselbe $13^1/_2 \cdot 0'',43 = 5'',8$ mehr Wasser, als während des Verlaufes seiner direkten Fluten über der nördlichen Halbkugel.

Spätere Rechnungen und Beobachtungen stimmen mit dieser durchschnittlichen Wirkung der südlichen Lage des Perigäums in einem Jahre überein. Es wird sich alsdann zeigen, dass eine Versetzungsschicht des Wassers von etwas bedeutenderer Dicke dem Perigäum des Mondes von Halbkugel zu Halbkugel folgt.

Vergleicht man das erste Mittel des Jahres 1871, durch die südliche Reihe des Januars bestimmt, mit dem letzten, aus der ersten Hälfte des Dezembers, so stellt sich eine Differenz, ein Anwachsen der Seespiegelhöhe, von $6' \, 2'' - 4' \, 3'',9 = 1' \, 10'',1$ heraus.*)

Ihm gegenüber trägt die nördliche Halbkugel, wie gleichfalls Späteres ergibt, ein fast ebenso hohes Mehr des Wassers in denselben Breiten, gegen welches sich das südliche in kürzeren Zeiten, als Jahresfrist, vollständig ausgleicht. Diese höheren aber kürzeren Seespiegel-Steigerungen müssen also zwei sehr flache Ringe bilden, welche, dem Aequator parallel, mit der Lage der direkten und indirekten Mondfluten von Halbjahr zu Halbjahr etwa auseinandergehen und wieder in einen äquatorialen Ring zusammenfliessen.

---

*) Von diesem Betrage wird vielleicht ein kleiner Abzug, der aber nicht wohl über einen Zoll gehen kann, zu machen sein. Herr Russell antwortete uns unterm 18. Febr. d. J. auf eine Anfrage bezüglich der am 11. Dezember 1871 vorgenommenen Andersstellung des zeichnenden Stiftes, dass derselbe sich allmälig aus seiner richtigen Stellung herausgearbeitet, und dass er ihm jetzt eine Lage angewiesen habe, in welcher die Verrückung nicht mehr möglich sei. Die Fehlerhaftigkeit sei von seinem (Herrn Russell's) Vorgänger im Amte der Beaufsichtigung der Maschine übersehen worden. Nun kann die Verschiebung des Stiftes, wenn sie wirklich existirt (denn das ist nach andern Aeusserungen des Herrn Russell noch fraglich), allenfalls durch allmäliges Hervorziehen aus einer Hülse entstanden sein, indem er auf einem Zylinder schliff, über dessen Achse er ein wenig hinausgerichtet war. Unerheblich klein muss aber die Hebung des Stiftes gewesen sein, weil sie in 6—7 Jahren, während welcher die Maschine arbeitete, gar nicht bemerkt worden ist.

Man hat, wie aus Herrn Russell's Entgegnung auf unsere Frage nach allenfallsigen, beobachteten Schwankungen des mittleren Seespiegels hervorgeht, die Kurven auf solche hin in Sydney noch nie geprüft, kannte sie also nicht und schrieb nun eine Abweichung des Stiftes, die sich über die Grenzen der kurventragenden Netze hinauserstreckte, auf Rechnung einer Fehlerhaftigkeit an der Maschine, die am Ende also gar nicht existirt, auf alle Fälle aber höchst gering ist.

8. Kapitel.

Einige Vorkommnisse in der Kurvenreihe, welche sich in unserer Verkleinerung derselben nicht sichtbar machen liessen.

Bei einer Maschinenarbeit, wie die vorliegende, die alle Täuschung ausschliesst, ist es gerathen, alles Kleinste der Aufmerksamkeit werth zu halten, nach seiner Ursache zu fragen und an seine Gesetzlichkeit, welcher Art sie immer sein möge, zu glauben.

Solche anscheinenden Kleinigkeiten sind erstens Kräuselungen mehrer aufeinander folgender Flutwellen, nach Art derer des 1868ger Erdbebens; zweitens plötzliche Knicke des sonst ruhigen Linienzuges an bestimmten Stellen, ohne nachfolgende Kräuselung; drittens eine eigenthümliche Gestaltung der Wellenthäler zu den Zeiten der Syzygien.

Es ist schon besprochen und durch eine begleitende Zeichnung illustrirt worden, was Russell in einer Zuschrift an uns ausdrücklich bemerkt, dass nämlich die unablässigen, durch die Luftbewegungen veranlassten kleinen Oszillationen des Seespiegels besonders auf den Gipfeln der Wellenbilder, aber auch in den Thälern gesteigert erscheinen. Wiewohl nun in der uns von Sydney übersandten Durchzeichnung des Kurven-Jahrganges diese Kräuselungen weggefallen sind, da der Zeichner stets nur die Halbirungslinie der dichten Zickzacksprünge darstellte, so zeigt auch noch diese häufig einen schwach sprungweisen oder geschlängelten Gang, namentlich auf einer grossen Anzahl von Gipfeln zu allen Zeiten des Jahres.

Aus dieser Allgemeinheit der Erscheinung und Besonderheit ihres Ortes geht also hervor, dass irgend welche Störung des ebenen Seespiegels immer und stetig da am längsten sichtbar bleibt, wo die Bewegung des Wassers in Folge des Zusammenziehens durch Mond und Sonne gleich Null gewesen ist und die kleinen Oszillationen nicht abgeflacht hat.

An folgenden Stellen des Kurvenzuges dagegen sind Kräuselungen, welche sich andauernd, langsam wachsend und abnehmend, über mehre Tage erstrecken, und welche offenbar von Sturmbewegungen der Luft herrühren:

Am 12. Januar um halb 10 Uhr Abends fängt eine solche Unruhe der Kurve an und geht am 16. Januar auf den Gipfeln aus.

Am 27. Januar beginnt eine zweite derartige Oszillation und dauert bis zum 4. Februar; ihr Maximum liegt 4 Tage vor dem Ende.

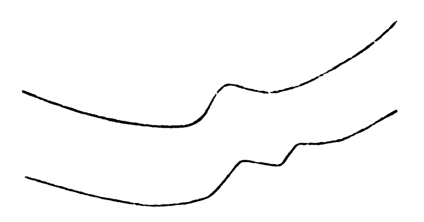
Am 25. Mai wieder beginnt schwach eine Kräuselung, steigert sich und erstirbt auf den Wellenspitzen am 31. Mai.

Am 21. Juni und 14. Juli erscheinen abermals solche Bewegungen und dauern jede 8 bis 9 Tage, vier Tage nach ihrem Maximum.

Am 7. und 24. August, 2. und 22. November zeigen sich je viertägige Kräuselungen; am 1. Oktober und 20. Dezember beginnt je eine von 6 bis 7 Tagen Dauer im ganzen, einer viertägigen nach ihrer grössten Amplitude.

Wir sehen also auch hier allenthalben deutlich die so vielfach hervorgetretene Regel bestätigt, dass der völlige Verlauf jeder Ausgleichung etwa vier Tage beansprucht. —

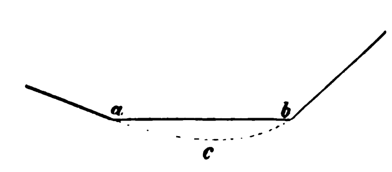
Was die Knicke betrifft, welche zum allergrössten Theile in den Thälern und fasst nur in denen der Syzygien liegen, so haben sie beistehend gezeichnete Gestalten. Die Kurve verläuft erst ganz ruhig, hebt sich dann auf einmal, zeichnet einen (in ein paar Fällen zwei) Höcker und geht hinterher ganz ungestört weiter. In den meisten Fällen liegt der Knick gerade an der beginnenden Böschung der dem Thale rechts folgenden, also eigentlich voraufgehenden Welle, einige Male aber auch etwas weiter links vor, an der tiefsten Thalstelle oder der auslaufenden Böschung der Welle links, wie z. B. am 19. April in der Tageswelle und 12 Stunden später in der Nachtkurve. Am 26. Mai, 3. November und 17. Dezember kommen gleichgestaltete Knicke nahe an den Gipfeln vor, an letztgenanntem Datum ein doppelter.



Diese in der verhältnissmässig sehr scharf gekrümmten Linie des Maschinenbildes plötzlich scheinenden Bewegungen des Seespiegels sind veranlasst worden durch in der That sehr flache Erhebungen desselben und offenbar nichts weiter, als die Spuren von den vor-vortägigen Gipfeln, welche, wie oben nachgewiesen ist, nach der zweiten Reflexion und Rückkehr an die amerikanischen Ufer sich immer seitlich in das dritte nachfolgende Thal legen und mit diesem neu nach Australien getragen werden. Sie werden nur dann theilweise sichtbar werden, wenn sie je nach der bekannten viertelmonatlichen Verschiebung der Mond- und Sonnenwellen-Gipfel gegeneinander an eine solche Stelle fallen, wo ihre Unterlage durch gleiche Bewegung ihre Erhöhung steigert oder verdoppelt. Dass diese Verschiebung dabei ursächlich ist, zeigt die mehrfache Wiederholung der Erscheinung an aufeinanderfolgenden Tagen. Auf den Gipfeln oder nahe an denselben gleichen sich zufolge der doppelten Reflexion Thäler aus,

nnd wenn diese schon Unebenheiten trugen, so werden diese auch noch dort als Höcker hervortreten, jedoch nur selten.

Die Knicke im Thale kommen im ganzen Jahre 26 mal vor und zwar, wie erwähnt, fast stets bei den Syzygien, also stehend aus der nämlichen Ursache. —



Bei diesen letzteren ist noch der drittens erwähnte Umstand zu besprechen, nämlich die eigenthümliche Form ihrer Wellenthäler. Fast durchgehends ist dieselbe, wie nebenstehend gezeichnet. Die abfallende Böschung der linken ins Thal verlaufenden Welle zeigt eine nach unten gehende flache Einknickung a, von welcher an bald das Thal vollständig horizontal und schnurgerade verläuft, bis ganz plötzlich bei b die steil ansteigende Flutwelle rechts anfängt. Denkt man sich die Thallinie wie zu andern Zeiten verlaufend, und wie es die punktirte Linie c andeutet, so findet man, dass ein im Thale liegendes überschüssiges Wasserquantum die eigenthümliche Gestalt hervorgerufen hat. Dieser Wasserüberschuss, wenn man so sagen soll, ist augenscheinlich wieder der vor-vortägige Gipfel, welcher zum zweiten Male von Amerika her nach Australien wanderte.

Somit hätten wir in den Knicken und eigenartigen Syzygienthälern Erscheinungen, welche hauptsächlich den besonderen Reflexions-Verhältnissen des pazifischen Meeres zu danken wären.

9. Kapitel.

Zusammenfassung der Ergebnisse aus den australischen Kurven als Basis für die folgenden Untersuchungen.

Es wird nützlich sein, am Schlusse dieser Abtheilung noch einmal kurz die Ergebnisse der eingehenden Studien aufzuzählen, welche sich an den australischen Kurven haben machen lassen.

Da in der folgenden Abtheilung Rechnungen angestellt werden sollen, die sich auf das Newton'sche Attraktionsgesetz gründen, so ist dessen ausnahmslos maassgebende Bedeutung für die Erklärung des Flut-Phänomens ein Kardinalpunkt.

Die Stichhaltigkeit der Attraktionstheorie hat sich nun bei den Kurven gezeigt

1) in den von ihr geforderten Wellengrössen je nach der Stellung von Mond und Sonne zur Erde;
2) in der durch die Kurven erfolgten Beseitigung der irrthümlichen Ansicht rücksichtlich bloss lokalen Ursprungs von Primärwellen, die nur sekundär den Seespiegel der ganzen Erde nach bestimmtem Zeitverlaufe stören sollten, und welche Ansicht dem Attraktionsgesetze zuwiderlief;
3) darin, dass scheinbare Unregelmässigkeiten des Kurvenzuges sich gerade als nothwendige Konsequenzen des Newton'schen Gesetzes ergaben und gerade zu Regelmässigkeiten wurden;
4) in der auch für Australien vollkommenen Gültigkeit der von Newton gegebenen Erklärung des Hafenzeiten-Wechsels;
5) in der Uebereinstimmung der mittleren Seespiegelhöhen des ganzen Jahres mit den durch das Gesetz scharf bestimmten Beziehungen zwischen Erde, Mond und Sonne.

Wenn es sich bei allen diesen Dingen, den Punkt 2) ausgenommen, um Bekanntes und schon vorher Unbezweifeltes handelte, so war dagegen das noch weiter Anzuführende ganz neu.

Der Kurven-Jahrgang hat nämlich ferner auch dasjenige bestätigt, was sich schon aus den 68ger Stosswellen-Kurven betreffs der Verlaufszeiten der Ausgleichungswellen im grossen Ozeane ergeben hatte, dann schliesslich einen unangreifbaren Beweis eines Fundamentalsatzes unserer Theorie über säkulare Wasserumsetzung von einer zur anderen Halbkugel der Erde erbracht.

So lange kein handgreiflicher Beleg für eine andauernde, d. h. bis zur Zurückversetzung währende Wasser-Translokation in Folge ungleicher Anziehungs-Wirkungen auf beiden Halbkugeln aufzuweisen war, konnten Gründe, aus andern Gebieten, selbst aus der so sehr maassgebenden Geognosie hergenommen, nicht über die Wahrscheinlichmachung des Behaupteten hinauskommen, und Einwände, auf zum Theil weit unzuverlässigerer Grundlage, als das Widerlegte, durften sich breit machen. Deshalb schon war das Erbrachte sehr am Platze. Noch mehr aber wird sich im Verfolge unserer Untersuchungen zeigen, welcher nützliche Boden mit der Thatsache gewonnen worden ist, dass der gesammte Seespiegel der Südhemisphäre im Jahre 1871 allmälig um 1 Fuss 10 Zoll anstieg. Jahrelange Bestrebungen vieler Beobachter, mühsame Untersuchungen und Resultate einiger Gelehrter

8

werden nun auf einmal zu einem Werthe erhoben, den man bisher so wenig ahnte, dass die betreffenden Forscher selbst nur an ein negatives Ergebniss ihrer Arbeiten dachten und das vermeintlich gefundene Positive selbst nur mit vielen Zweifeln der Welt vorzulegen wagten.

Die folgende Abtheilung dieses Buches befasst sich gegen ihr Ende mit diesem angedeuteten Zusammengreifen des aus unserer Theorie hier Bestätigten mit den kostbaren Arbeitsfrüchten zum Theil längst entschlafener Männer.

IV. Abtheilung.

Das Flutphänomen als solide Basis des Gesetzes säkularer Seespiegel-Schwankungen durch Rechnung und Beobachtung nachgewiesen.

1. Kapitel.

Die Newton'sohen Attraktionsgesetze, so weit sie hier in Frage kommen.

Die Gesetze für die allgemeine Attraktion der Weltkörper untereinander lauten, des besseren Verständnisses willen in mehren Sätzen ausgesprochen, so:

Jeder Weltkörper zieht alle andern an, und alle andern ziehen ihn an.

Die Stärke dieser Anziehung richtet sich nach der Masse des anziehenden Körpers und nach seiner Entfernung von dem angezogenen. Sie wächst und nimmt ab genau wie die Masse des ersteren und genau wie die Quadrate der Entfernungen ab- oder zunehmen, d. h. ein doppelt so weit von einem anderen abstehender Körper zieht diesen nur $^1/_4$ mal so stark an, als wenn er nur auf der Hälfte der Entfernung vom zweiten stände; ein Körper in der Entfernung 3 wirkt nur mit einem Neuntel der Kraft, welche er haben würde, wenn er in der Entfernung 1 stände.

Jeder Weltkörper befindet sich unter irgend einem mächtigsten Einflusse dieser Art, d. h. wird von einem nächsten oder massigsten Körper so stark angezogen, dass sich sein Ort im Weltenall darnach bestimmt.

Jeder Weltkörper wird aber dazu auch von einem oder mehren andern, die ihm dazu hinreichend nahe sind, wenigstens so viel angezogen, dass sich sein Ort im Weltenall danach um ein Bestimmtes ändert, sei dieses Bestimmte auch nur sehr gering.

Diese Ortsänderungen in Folge schwacher Nebenanziehungen nennt man im Vergleiche zur Hauptanziehung Störungen, und sie sind selbstverständlich ebenso wechselseitig im Weltgebäude, wie die Hauptanziehungen selbst.

Für unsere Erde ist die Sonne der Hauptkörper, welcher ihren Ort bestimmt. Der Mond aber stört die Erde, denn er zwingt sie durch seine Anziehung, ihren Ort um ein Gewisses zu ändern.

Für den Mond ist die Erde der Hauptkörper wegen ihrer grossen Nähe, aber die Sonne nöthigt ihn zu Abweichungen von dem Orte, welchen ihm die Erde anweist.

Die Sonne, selbst an einen anderen, noch unbekannten mächtigen Einfluss gebunden, wird von Erde und Mond, weit mehr aber von den grossen Planeten ihres Systems gestört, obschon sie dieselben alle am Zügel der Anziehung festhält.

Für die Störungen, d. h. die hier gemeinten (es gibt auch andere, verschiedene) gilt ein anderes aus dem Newton'schen Grundgesetze folgendes Gesetz, welches besagt, dass sie wachsen und abnehmen, wie umgekehrt die Kubikzahlen der Entfernungen der störenden Körper. Ein doppelt so weit abstehender Körper stört nur 2 . 2 . 2 = 8 mal so wenig, als ein anderer von der Hälfte der Entfernung aus es thäte; ein Körper in der Entfernung 3 thut es nur 3 . 3 . 3 = 27 mal so wenig, als ein anderer in der Entfernung 1.

2. Kapitel

Das Flutphänomen ist eine Störung, welche dem dargelegten Gesetze unterliegt.

Da Mond und Sonne der beweglichen Wasserhülle der Erde an entgegengesetzten Punkten derselben eine etwas schärfere Krümmung geben, als sie in Folge der Attraktion des Erdmittel- oder vielmehr Schwerpunktes allein annehmen würde, so kann man diese Erscheinung füglich eine Störung

werden nun auf einmal zu einem Werthe erhoben, den man bisher so wenig ahnte, dass die betreffenden Forscher selbst nur an ein negatives Ergebniss ihrer Arbeiten dachten und das vermeintlich gefundene Positive selbst nur mit vielen Zweifeln der Welt vorzulegen wagten.

Die folgende Abtheilung dieses Buches befasst sich gegen ihr Ende mit diesem angedeuteten Zusammengreifen des aus unserer Theorie hier Bestätigten mit den kostbaren Arbeitsfrüchten zum Theil längst entschlafener Männer.

IV. Abtheilung.

Das Flutphänomen als solide Basis des Gesetzes säkularer Seespiegel-Schwankungen durch Rechnung und Beobachtung nachgewiesen.

1. Kapitel.

Die Newton'schen Attraktionsgesetze, so weit sie hier in Frage kommen.

Die Gesetze für die allgemeine Attraktion der Weltkörper untereinander lauten, des besseren Verständnisses willen in mehren Sätzen ausgesprochen, so:

Jeder Weltkörper zieht alle andern an, und alle andern ziehen ihn an.

Die Stärke dieser Anziehung richtet sich nach der Masse des anziehenden Körpers und nach seiner Entfernung von dem angezogenen. Sie wächst und nimmt ab genau wie die Masse des ersteren und genau wie die Quadrate der Entfernungen ab- oder zunehmen, d. h. ein doppelt so weit von einem anderen abstehender Körper zieht diesen nur $^1/_4$ mal so stark an, als wenn er nur auf der Hälfte der Entfernung vom zweiten stände; ein Körper in der Entfernung 3 wirkt nur mit einem Neuntel der Kraft, welche er haben würde, wenn er in der Entfernung 1 stände.

Jeder Weltkörper befindet sich unter irgend einem mächtigsten Einflusse dieser Art, d. h. wird von einem nächsten oder massigsten Körper so stark angezogen, dass sich sein Ort im Weltenall darnach bestimmt.

Jeder Weltkörper wird aber dazu auch von einem oder mehren andern, die ihm dazu hinreichend nahe sind, wenigstens so viel angezogen, dass sich sein Ort im Weltenall danach um ein Bestimmtes ändert, sei dieses Bestimmte auch nur sehr gering.

Diese Ortsänderungen in Folge schwacher Nebenanziehungen nennt man im Vergleiche zur Hauptanziehung Störungen, und sie sind selbstverständlich ebenso wechselseitig im Weltgebäude, wie die Hauptanziehungen selbst.

Für unsere Erde ist die Sonne der Hauptkörper, welcher ihren Ort bestimmt. Der Mond aber stört die Erde, denn er zwingt sie durch seine Anziehung, ihren Ort um ein Gewisses zu ändern.

Für den Mond ist die Erde der Hauptkörper wegen ihrer grossen Nähe, aber die Sonne nöthigt ihn zu Abweichungen von dem Orte, welchen ihm die Erde anweist.

Die Sonne, selbst an einen anderen, noch unbekannten mächtigen Einfluss gebunden, wird von Erde und Mond, weit mehr aber von den grossen Planeten ihres Systems gestört, obschon sie dieselben alle am Zügel der Anziehung festhält.

Für die Störungen, d. h. die hier gemeinten (es gibt auch andere, verschiedene) gilt ein anderes aus dem Newton'schen Grundgesetze folgendes Gesetz, welches besagt, dass sie wachsen und abnehmen, wie umgekehrt die Kubikzahlen der Entfernungen der störenden Körper. Ein doppelt so weit abstehender Körper stört nur 2 . 2 . 2 = 8 mal so wenig, als ein anderer von der Hälfte der Entfernung aus es thäte; ein Körper in der Entfernung 3 thut es nur 3 . 3 . 3 = 27 mal so wenig, als ein anderer in der Entfernung 1.

2. Kapitel

Das Flutphänomen ist eine Störung, welche dem dargelegten Gesetze unterliegt.

Da Mond und Sonne der beweglichen Wasserhülle der Erde an entgegengesetzten Punkten derselben eine etwas schärfere Krümmung geben, als sie in Folge der Attraktion des Erdmittel- oder vielmehr Schwerpunktes allein annehmen würde, so kann man diese Erscheinung füglich eine Störung

nennen. Es fragt sich nun, ob auch sie unter dasselbe Gesetz falle, welches für die gegenseitige Beeinflussung der Weltkörper als solcher in Bezug auf ihren Ort im Raume gilt. Folgende kurze Betrachtung wird das bejahen.

Unter Störung versteht man also im Weltenraume die Differenz der Anziehungsstärke zweier Körper in Bezug auf einen dritten. In unserem Falle kann man sie als die Differenz der Anziehungen eines und denselben Körpers in Rücksicht auf zwei Punkte eines zweiten bezeichnen. Der Mond zieht mit einer gewissen Kraft das Zentrum der Erde (d. h. die Erde als Körper und Ganzes), mit einer gewissen etwas grösseren Kraft einen ihm nächsten Punkt der Erdoberfläche an. Der Unterschied dieser beiden Kräfte spricht sich in der Flut der Erdmeere aus. Ist nun in runden Zahlen der Abstand des Mondes vom Erdzentrum 60 Erdhalbmesser, vom nächsten Oberflächenpunkte 59, so drückt sich nach dem Newton'schen Attraktionsgesetze das Verhältniss dieser Kräfte aus durch $\frac{59^2}{60^2}$, oder durch $\frac{3481}{3600}$; der Unterschied ist also, wenn man die auf das Erdzentrum ausgeübte Anziehung = 1 setzt, $\frac{119}{3600}$ oder nahezu $\frac{1}{30}$. Um $\frac{1}{30}$ also ist die Anziehung des Mondes an dem näheren Erdpunkte grösser, und durch $\frac{1}{30}$ der kleineren Anziehung drückt sich der Störungsantheil der grösseren aus. Nennen wir ihn p. Bringen wir jetzt in Gedanken den Mond auf seinen doppelten Abstand von der Erde, wobei also nach dem allgemeinen Gesetze seine Gesammtanziehung nur $\frac{1}{4}$ der früheren bleibt. Die Abstände beider betreffenden Erdpunkte sind jetzt resp. 120 und 119 Erdhalbmesser, und das neue Verhältniss der durch sie vom Monde erfahrenen Anziehungen drückt sich aus durch $\frac{119^2}{120^2}$ oder $\frac{14161}{14400}$. Die Differenz p ist also jetzt $\frac{239}{14400}$ oder nahezu $\frac{240}{14400} = \frac{1}{60}$. Die Anziehungen selbst sind aber nur $\frac{1}{4}$ der früheren, folglich ist ihre neue Differenz p auch nur $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{60}$ der früheren, oder $\frac{1}{240}$, oder $\frac{1}{8} \cdot \frac{1}{30}$, also ist sie mit dem doppelten Abstande des Mondes um den Kubus von 2, d. i. 8, gesunken. Das Gesetz hat also hier vollkommene Gültigkeit.

Ganz in derselben Weise, wie zwei verschiedene Abstände des Mondes von der Erde, lässt sich nun auch die Anziehung desselben im Verhältnisse zu derjenigen Kraft betrachten, mit welcher die Erde selbst ihre Wasserschale überall fast gleich stark festhält.

Die Gesammt-Anziehungskraft der Erde, welche sie auf jeden Punkt ihrer Oberfläche ausübt, lässt sich in ihrem Mittel-, oder richtiger Schwerpunkte vereinigt denken. Von dort aus wirkt sie gleichsam dem Monde als ein zweiter Körper in Bezug auf die Lage ihrer beweglichen Aussenfläche entgegen. Die Kuben der betreffenden Abstände nebst den anziehenden Massen werden also auch hier die Maasse der beiden Kräfte bestimmen. Wie so das?

Denken wir uns den Mond in einer solchen Nähe an der Erde, dass sein Zentrum von der Erdoberfläche gerade so weit abstehe, als das der Erde, so werden sich die Anziehungen beider Weltkörper in Bezug auf die Beeinflussung der beweglichen Erdhülle (das zwischenliegende Stück Meer) verhalten, wie ihre Massen. Rücken wir nun in Gedanken sukzessive den Mond um das Doppelte, Vierfache, Achtfache bis Neunundfünfzigfache von der Erde weg, so nimmt der die Meere betreffende Störungsantheil seiner Anziehung nach obiger Rechnung ab, wie die Kuben der sukzessiven Abstände wachsen. Die Anziehung der Erde rücksichtlich ihrer Meere bleibt aber dieselbe, folglich können wir auch sagen, sie habe in demselben Verhältnisse zugenommen, wie die Mondstörung geringer geworden sei, oder wirke dem Monde in Bezug auf ihre verschiebbare Oberfläche im umgekehrten Verhältnisse ihres Halbmessers zum Kubus des Mondabstandes (in Erdhalbmessern) entgegen.

Wir gehen nun zunächst zur näheren berechnenden Untersuchung der Mondfluten über, da sie uns die später zu besprechenden Sonnenflut-Wellen verstehen lehren, und da in Betreff ihrer die in den vorhergehenden Abtheilungen besprochenen Beobachtungen und Erfahrungen vorliegen, welche für sie die Umsetzung des Wassers auf ein Jahr oder eine Reihe von Monaten wenigstens beweisen.

Die Untersuchung der Mondfluten nach Zahl und Maass ist aber auch in so fern für uns von der grössten Wichtigkeit, als der Mond die Erdmeere in sehr ähnlicher Weise periodisch beeinflusst, wie die Sonne, und in seinen kurzen Perioden kleine Abbilder der grossen säkularen der Sonne bietet.

Der Mond umkreist die Erde gleichfalls in einer Ellipse, kommt ihr monatlich in einem Punkte seiner Bahn am nächsten (Perigäum), steht an

einem anderen, entgegengesetzten Punkte seines Monatslaufes ihr am fernsten (Apogäum), und beide Punkte verschieben sich, wie die entsprechenden der Erdbahn um die Sonne, in einer festen Periode von Westen nach Osten, also im Sinne der grossen Achse der Erdbahn. — Gleicherweise findet bei seiner Bahn um die Erde ein der Präzession der Tag- und Nachtgleichen entsprechender Vorgang statt. Die Mondbahn bildet mit der Ekliptik (Erdbahn) einen Winkel von ungefähr 5 Graden, durchschneidet sie also in zwei entgegengesetzten Punkten, und diese Punkte, Knoten genannt, rücken, nach den Feststellungen der Astronomie, aus derselben Ursache wie die Knoten der Ekliptik mit dem Erdäquator, ebenso wie diese von Osten nach Westen, also im umgekehrten Sinne wie der Mondlauf und in demselben Sinne wie die Punkte der Tag- und Nachtgleichen, fort. Perigäum und Knoten begegnen sich also, von entgegengesetzten Bahnpunkten herkommend, in kürzeren Perioden, als ihre eigenen für sich sind, ganz ebenso wie bei der Erdbahn aus denselben Gründen die Begegnungen des Perihels mit den Knoten kürzere Perioden haben, als Perihel und Präzession jedes für sich allein.

Wenn es uns also möglich werden sollte, für den Mond in seiner kurzen Periode der Begegnung von Perigäum und Knoten, oder des Rundlaufes des ersteren um die Bahn, während welches dasselbe die Lage über den Halbkugeln wechselt, etwas Derartiges bei den Erdmeeren nachzuweisen, wie es die Umsetzungstheorie für die Sonne aufstellt, so würde diese Lehre darin eine gewaltige Stütze gewonnen haben, an welcher wohl nicht weiter zu rütteln sein dürfte.

Die genauere Kenntniss der Beziehungen des Mondes zu den Erdmeeren wird also schon fast entscheidend sein können für das Urtheil über die säkularen Wirkungen der Sonne.

3. Kapitel.

Die Verhältnisse der täglich doppelten Mondfluten berechnet.

Hier haben wir zunächst die Kräfte näher in's Auge zu fassen, welche beim Flutphänomen zusammenwirken, sodann die Art und Weise, wie die Flutaufwölbungen sich bilden.

Setzen wir die Attraktion der Erde, mit welcher sie, vermöge ihrer Masse und Nähe (1 Erdhalbmesser), ihre Wasserdecke festhält, = 1, so

ist die des (nach Peters) 81 mal so leichten und im mittleren Abstande von dem nächsten Oberflächenpunkte der Erde $59\frac{1}{4}$ Erdhalbmesser entfernten Mondes $\frac{1}{59\frac{1}{4}^{3} \cdot 81} = \frac{1}{18,612,450}$stel der Kraft der Erde. Das heisst also: Der Mond bewegt mit absoluter Gewalt von einem Erdmeere von 12,000 Fuss Durchschnittstiefe eine Wasserschicht von
$(12,000 \ . \ 12 \ . \ 12 \ . \ 10 \ . \ 10) : 18,612,450 = 9\frac{5}{18}$hundertstel Linie ($0''',0928$ oder etwa $\frac{1}{11}'''$).

Dieses Wasserhäutchen, wenn wir es so heissen können, wird nicht wirklich oben ab- und zusammengezogen, denn auch dieses beherrscht der Mond nicht absolut, sondern er influirt die ganze Wassertiefe in dem so ausgedrückten Verhältnisse.

Das Wasserhäutchen versinnlicht uns aber ganz gut die Wassermenge, welche in ihrer Summirung schliesslich die Flutwelle darstellt.

Mit dieser Summirung aber verhält es sich so: Das angegebene Maass der Kräfte für Mond und Erde bedeutet nicht etwa ein Verhältniss mangelnden Gleichgewichtes, welches nach einer entsprechenden einmaligen Wasserverschiebung hergestellt sei, so dass nun Ruhe eintrete; sondern es bezeichnet vielmehr eine stetige Kraft, ein Strebungsverhältniss, welches für jeden betroffenen Ort der Erdmeere so lange andauert, als der Mond sich zu ihm in einer wirksamen Stellung befindet. Die Wirkung ist also eine gewisse Zeit lang kontinuirlich dieselbe oder eine nur dem Grade nach verschiedene.

So klein sie auch ist, so reicht sie doch völlig an das Resultat, welches wir in den Flutwellen vor uns sehen. Setzen wir, diese kontinuirliche Wirkung liesse sich nach Sekunden messen, d. h. liefere in jeder folgenden Sekunde immer wieder denselben Effekt, die Aufwölbung oder Zusammenziehung von $9\frac{5}{18}$hundertstel Linie. Da der Mond in Bezug auf einen bestimmten Ort der Erdmeere ungefähr 6 Stunden lang von störendem Einflusse bleibt, so würde er, seine Anziehung während dieser Zeit als gleichmässig angenommen, $(6 \ . \ 60 \ . \ 60) \ . \ 9\frac{5}{18}$hundertstel Linie $= 13\frac{1}{2}$ Fuss Wasser anhäufen. Weil nun aber die Anziehung des Mondes wegen seiner scheinbaren westlichen Fortbewegung in Bezug auf einen bestimmten Erdenort nur auf kurze Zeit ihr höchstes Maass erreicht, gegen den Anfang und das Ende der 6 Stunden aber wegen ihrer schrägen Richtung bedeutend schwächer ist, dann also die Aufwölbung nur einen verhältnissmässigen Theil der $9\frac{5}{18}$hundertstel Linie beträgt, da auch die Addition der Wirkungen nach Sekunden ja nur eine Annahme war, die vielleicht nur für

die Maximalstörung etwa gelten könnte, so stellt sich eine Gesammtwirkung von durchschnittlich nur etwa 32″ heraus.

Gehen wir nun zur Berechnung und Vergleichung der durch den Mond an entgegengesetzten Punkten der Erde im Mittel seines Abstandes sowohl, als in seinem Perigäum und Apogäum erzeugten Fluthöhen über.

Sie sind an jedem Tage für die Doppelfluten nach dem Maasse der Quadrate der Abstände beider diametral entgegengesetzter Erdenorte umgekehrt verschieden, im Laufe eines Monates in Mondnähe und ferne umgekehrt nach dem Kubus der Entfernungen, für einen gegebenen Erdenort auch noch nach seiner Lage innerhalb oder ausserhalb des Hebungskreises, was uns freilich hier gerade nicht kümmert.

Bei der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde, für welche wir schon seine Kraft für die erstere (höhere) Flut auf der ihm näheren Erdhälfte besprochen haben, ist die für die zweite (niedrigere) Welle auf der entfernteren Erdhälfte bestimmt durch das Quadrat des Abstandes derselben im Verhältnisse zu dem der näheren in umgekehrter Ordnung. Der betreffende weitere Abstand ist astronomisch bestimmt zu $61\,^1/_4$ Erdhalbmessern, und die Kraft des Mondes dort drückt sich also aus durch $\frac{1}{18{,}612{,}450} \cdot 61\,^1/_4{}^2 : 59\,^1/_4 = \frac{1}{19{,}890{,}217}$ zu 1. (Die Umkehr des Verhältnisses ist hier dadurch geschehen, dass wir den Störungsantheil der Mondanziehung durch einen Quotienten ausdrücken, indem derselbe, wenn man seinen Divisor mit einer grösseren Zahl multiplizirt und durch eine kleinere dividirt, kleiner wird.)

In der grössten Erdnähe des Mondes sind seine Abstände von den bekannten beiden Punkten der Erdoberfläche beziehlich $64\,^5/_8$ und $62\,^5/_8$ Erdhalbmesser. Seine grössere Störungskraft an dieser Stelle findet man also, indem man die grössere des mittleren Abstandes mit in Rechnung zieht, und sie ist demnach $\frac{1}{18{,}612{,}450} \cdot 61\,^1/_4{}^3 : 64\,^5/_8{}^3 = \frac{1}{16{,}154{,}723}$ der Anziehungskraft der Erde.

Die mindergrosse Störungskraft für die entferntere Erdhälfte bestimmt sich hier wieder durch den Unterschied der Quadrate der Abstände umgekehrt und sie findet sich folglich als $\frac{1}{16{,}154{,}723} \cdot 64\,^5/_8{}^2 : 62\,^5/_8{}^2$ $= \frac{1}{17{,}202{,}322}$ zu 1, der Erdattraktion.

In seiner Erdferne steht der Mond von dem näheren Erdpunkte 56, von dem entfernteren 58 Erdhalbmesser ab. Seine Störungsgewalt wird also für ersteren, nach dem gleichnamigen bei mittlerem Abstande berechnet, $\frac{1}{18,612,450} \cdot 61^1/_4{}^3 : 58^3 = \frac{1}{21,919,876}$ zu 1, für letzteren $\frac{1}{21,919,876} \cdot 58^2 : 56^2 = \frac{1}{23,513,540}$ zu 1 betragen.

Nach diesen so bestimmten Kräften lassen sich nun sehr einfach die zugehörigen Fluthöhen finden. Nehmen wir, in Uebereinstimmung mit der Beobachtung, diejenige der höheren Flut des dem Monde näheren Erdpunktes bei mittlerem Abstande des Mondes zu 32 Zoll an, so wird die gleichzeitige niedrigere Flut der vom Monde abgekehrten Erdseite

$$32 \cdot \frac{1}{19,890,217} : \frac{1}{18,612,450} = 29'',943989,$$

also um 2″,056011 niedriger sein, als die höhere Parallelflut desselben Tages.

Desgleichen ist die höhere Flut des kleinsten Mondabstandes

$$32 \cdot \frac{1}{16,154,723} : \frac{1}{18,612,450} = 36'',868375,$$

die tiefere Parallelflut desselben Tages

$$36'',868375 \cdot \frac{1}{17,202,322} : \frac{1}{16,154,723} = 34'',623198,$$

folglich um 2″,245177 weniger hoch.

Ebenso beträgt die höhere Flut des grössten Mondabstandes

$$32 \cdot \frac{1}{18,612,450} : \frac{1}{21,919,876} = 27'',171613,$$

die niedrigere Parallelflut des nämlichen Tages

$$27'',171613 \cdot \frac{1}{23,513,540} : \frac{1}{21,919,876} = 25'',330018,$$

bleibt also um 1″,841595 hinter der vorigen zurück.

Da dieser Berechnung rein die astronomisch bestimmten Entfernungen und die anderweitig erprobten Gesetze Newton's zu Grunde liegen, so müssen die obigen Facite nach Maassgabe der Richtigkeit ihrer Grundlagen richtig sein.

Wenn sie trotzdem von zahlreichen älteren Beobachtungen der täglichen und lokalen Spiegelhöhen-Verschiedenheiten abweichen, so kennen wir aus Vorhergehendem die Gründe solcher Abweichungen. Verschiedene Entfernungen der Beobachtungsorte von den Ursprungslagen der sich ausgleichenden direkten und indirekten Gipfel veranlassen die beobachteten grösseren Unterschiede der täglichen Doppelfluten während eines Theiles

jeder Halblunation; gleiche und umgekehrt verschiedene Abstände der Gipfelparallele vom Aequator erzeugen die ebenso häufige Gleichheit, geringere Verschiedenheit oder umgekehrte Ungleichheit der beobachteten Ausgleichungswellen, wie uns der australische Kurvenjahrgang lehrt. Uebereinanderschiebung und Zusammendrängung in Buchten und am Ufer überhaupt führt zu mehr oder minder bedeutender Vergrösserung des Maassunterschiedes zwischen täglicher direkter und indirekter Welle.

4. Kapitel.

Der Mond versetzt eine obere dünne Schicht der Meere.

Den hier folgenden Betrachtungen müssen einige allgemeinere, aber sehr wesentliche Erörterungen voraufgehen.

Wir haben in unserer Theorie behauptet, die Sonne versetze dauernd, d. h. bis zur Rückversetzung, Meerwasser von einer Halbkugel zur anderen, weil Anhäufung stattfinde.

Dieser Behauptung ist verschiedentlich entgegen behauptet worden, das sei unmöglich, denn es streite mit Gesetzen der Hydrostatik. Alle etwaigen Wasserversetzungen, die ja wohl stattfinden könnten, glichen sich wieder aus, sei es auch nicht an einem Tage, so doch in mehren oder nach einer längeren Reihe derselben.

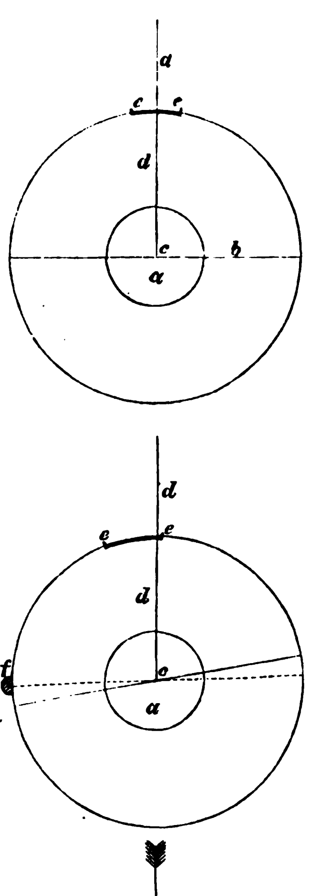
Diese Gegenbehauptung ist gewiss ganz wahr in Bezug auf Versetzungen, welche täglich, symmetrisch zum Aequator, auf beiden Halbkugeln erfolgen. Sie ist aber nicht wahr bezüglich einseitiger Versetzung, von welcher wir allein geredet haben, und das kann bewiesen werden, gerade aus hydrostatischen Gesetzen, durch einige imaginäre, aber nichtsdestoweniger überzeugende Experimente.

Wir denken uns eine Kugel von 1 Fuss Durchmesser, welche die Erde repräsentiren soll. Eine durchschnittliche Tiefe der Erdozeane von 12,000 Fuss würde auf ihr durch ein Wasserhäutchen von (6 . 12 . 10 . 10) : (860 . 2) = etwa 4hundertstel Linie Dicke dargestellt, welches also kaum als eine Befeuchtung erscheinen könnte. Nehmen wir aber an, die Wasserhülle sei so stark, dass sie über die Kugel frei hinfliesse. In solcher Nähe an der Oberfläche der Erde, als in welcher wir Menschen uns befinden, würde diese flüssige Schicht (alle Adhäsion hinweggedacht) an der unteren Seite der Modellkugel zusammenlaufen und in Tropfen abfallen, denn die Anziehung der Erde ist wegen deren Nähe so gross, dass, stände sie selbst unter einer gleichen Anziehung der Sonne, ihr Meerwasser sich in Bällen

von $^1/_{72}$ ihres Halbmessers, oder von 12 Meilen Diameter, zusammenballen, loslösen und in solchen Massen zur Sonne stürzen würde. (Ein Tropfen Wassers hat etwa eine Linie Durchmesser oder $^1/_{72}$ des Halbmessers unserer Kugel von 12 Zoll.)

Wir haben uns also in Gedanken mit unserem Erdmodelle auf einigemal den Mondabstand von der Erde wegzubegeben, um letztere das Wasserhäutchen der Modellkugel nur in dem Grade affiziren zu sehen, wie die Sonne es bei den Erdmeeren thut. Dort bleibt die dünne Wasserhülle gleichmässig über dieselbe vertheilt.

Denken wir sie uns nun wieder vollkommen trocken, um einen ersten Versuch mit ihr anzustellen.



Die nebengezeichnete Figur 1 stelle den kleinen Apparat sammt Versuch dar. Im Inneren der Kugel sei eine kleine runde, mit ihr selbst konzentrische Höhlung a. Durch die Kugel und Höhlung sei ein Draht b so hindurchgesteckt, dass auf ihm der Schwerpunkt c des Ganzen liege. In diesem Schwerpunkte selbst sei ein Faden d d an den Draht festgebunden, welcher Faden durch einen mit dem Drahte parallelen Schnitt e e nach aussen hindurchgehe, so dass die Kugel an ihm aufgehängt werden könne. Suspendiren wir sie, so wird der Aufhängefaden die Richtung zur Erde, auf deren Ort der Pfeil hinweist, der Draht aber eine zu dieser lothrechten Richtung rechtwinklige oder wagerechte Lage annehmen. Drücken wir nun irgendwo seitwärts vom Faden, in der Richtung des durchgesteckten Drahtes, d. h. senkrecht über oder unter einem Ende desselben, an die Kugel ein Klümpchen f geronnenen Fettes oder eines ähnlichen schmelzbaren Körpers fest. Was werden wir sehen? Der Draht wird nicht mehr ganz wagerecht stehen, sondern sich an der Seite des angedrückten Fettes f nach der Erde zu neigen, wie in Figur 2 darge-

stellt. Der Schwerpunkt der Kugel hat sich nach f hin verschoben. Um die wagerechte Lage des Drahtes b wieder herzustellen, werden wir den Aufhängepunkt in der Mitte etwas nach dem beschwerten Ende zu, in den neuen Schwerpunkt schieben müssen. Erhitzen wir nun die Kugel, so dass das Fett schmilzt und sich ausbreitet. Wie wird es dieses thun? Wird es nach und nach die ganze Kugel bedecken? Nein. Es wird nur eine Fläche einnehmen, wie sie dem neuen, verschobenen Schwerpunkte entspricht, d. h. eine solche Wölbung oder Kalotte darstellen, dass der neue Schwerpunkt das statische Zentrum des ganzen bildet. So sagt das hydrostatische Gesetz, und es liefe ihm gerade zuwider, anzunehmen, die Fettschicht breite sich gleichmässig über die ganze Kugel aus. Das würde heissen: Dieselbe stelle aus eigener Kraft ihren ursprünglichen, aber von aussen her verschobenen Schwerpunkt wieder her, was eine Ungereimtheit wäre.

Denken wir uns jetzt für ein zweites Experiment den ursprünglichen Schwerpunkt wieder hergestellt, die Fettschicht hinweg und in dünner Schicht über die ganze Kugel vertheilt eine Flüssigkeit, die von einem Magneten affizirt werden könne. Führen wir nunmehr einen solchen in wirksamer Entfernung um eines der Drahtenden ähnlich herum, wie die Mond- und Sonnenanziehung sich in Bezug auf die Erde scheinbar bewegen. Was werden wir sehen? Die Flüssigkeit folgt dem Magneten in einem kreisförmigen Wellchen, dessen Aufhäufung zum Theil auf Kosten der nicht dem Magneten zugekehrten Kugelhälfte entstanden ist. Die anfängliche, wagerechte Lage des Drahtes wird wieder eine nach der Seite der vom Magneten beeinflussten Halbkugel geneigte. Der Schwerpunkt hat sich wieder verschoben und wir müssen den Aufhängepunkt wieder nach dorthin verrücken, um den Draht mit dem Faden rechte Winkel bilden zu sehen. Entfernen wir nun den Magneten. Wird alsdann die Flüssigkeit zu gleichmässiger Bedeckung der Kugel zurückkehren? Mit nichten. Sie wird jetzt eine Wölbung annehmen, wie sie dem verschobenen neuen Schwerpunkte entspricht. Eine neue gleichmässige Vertheilung wäre eine Unmöglichkeit. — Die Behauptung aber, alle auf der Erde durch Mond und Sonne erzeugten Niveauänderungen, von ganzer Nord- und Südhalbkugel redend, glichen sich wieder zu völliger früherer Gleichmässigkeit aus, setzt eine gleiche Unmöglichkeit an die Stelle der nothwendigen Wirklichkeit, ist also ein gleicher Widersinn.

Wollen wir unsere imaginären Versuche noch in so fern ergänzen, als wir den Draht unserer kleinen Kugel in die schräge Lage der Erdachse, die Kugel selbst in Rotation um ihn, so wie in entsprechenden Umschwung

um die Erde versetzen und, sie begleitend, mitfliegen, so wird ihre Zentrifugalkraft statt des Aufhängefadens dienen und alles, wie eben beschrieben, in der Zeit eines halben Jahres von selbst verlaufen.

Auf die Geringfügigkeit der Bewegungen und Verschiebungen kommt es dabei gar nicht an, sondern auf die Richtigkeit und Nothwendigkeit derselben.

Sie würden auf unserem Modelle nur bei ungeheurer Uebertreibung der wirklichen Verhältnisse auf der Erde eben darstellbar und selbst in dieser Uebertreibung kaum merklich sein. Die Schwankungen der wirklichen Erdachse in Folge der grösstmöglichen Wasserversetzung würde nicht das feinste Instrument an scheinbaren Schwankungen des Sternenhimmels nachweisen können, aber was in der grossen Natur sich noch so klein ausnehmen mag, kann darum doch ein Ungeheures sein uns kleinen Menschen und unsern winzigen Maassstäben gegenüber.

Das durch die Anziehung zu einer und anderen Halbkugel täglich versetzte Wasser ist selbstredend nur dem Bereiche entnommen, mit welchem die versetzenden Hebungskreise über den Aequator hinaus auf die jedesmal nicht hauptsächlich betroffene Halbkugel übergreifen. Seine Menge bestimmt sich durch das Maass, um welches jedesmal einer der Hebungskreise in Anziehungsstärke den anderen übertrifft. Die durch dasselbe erzeugte Erhöhung des Seespiegels würde für die Halbkugeln in ungefähr demselben Belange stattfinden, wenn die zu erhöhenden Flächen nicht bedeutend grösser wären, als die, über welche die Flutengipfel hinweggeführt werden; sie ist also immer im Verhältnisse der grösseren Ausdehnung der ersteren geringer.

Kommen wir nun auf die durch Rechnung für die Mondwellen gefundenen Werthe der Anziehungen und Fluthöhen zurück.

Nach derselben liefert der Mond im Perigäum auf der ihm näheren Erdhälfte, wenn die entsprechenden Wellen des mittleren Abstandes zu 32″ angenommen werden, solche von 36″,868375, auf der entfernteren parallele von 34″,623198 Höhe. Der Höhenunterschied ist also die erstere Zahl minus der letzteren, oder 2″,245177. Im Apogäum beträgt die Fluthöhe auf der dem Monde näheren Erdhälfte 27″,171613, auf der entfernteren 25″,330018, und der Höhenunterschied beider ist alsdann 1″,841595.

Wir müssen uns diese Sachlage für einen richtigen Schluss zurechtlegen. Was besagen diese Maasse?

Nehmen wir an, der Mond stehe in dem Augenblicke, in welchem er seinen Punkt geringsten Abstandes von der Erde erreicht, zugleich in dem Punkte seiner am meisten nördlichen und südlichen Abweichung (Deklination) vom Aequator, also etwa 5 Grade nördlich vom Wendekreise des Krebses bei einer Phase, 5 Grade südlich vom Wendekreise des Steinbocks bei der gerade entgegengesetzten. Er führt alsdann nur um eine Halbkugel, sagen wir um die nördliche, als die ihm nähere, stetig eine höhere Flutwelle herum, deren Gipfelpunkt (wenn man der Deutlichkeit willen von einem solchen reden darf) einen Parallel 5° nördlich des nördlichen Wendekreises durchläuft. Eine etwas niedrigere Flutwelle des Mondes, deren Gipfelpunkt dem der ersteren diametral entgegengesetzt ist und dem Parallel 5° südlich vom Wendekreise des Steinbocks folgt, umkreist zugleich und ebenso stetig die ihm fernere Südhalbkugel der Erde. Die Hebungskreise beider Flutwellen greifen an ihren Stellen weit über den Aequator hinüber, der erstere etwa 30 Meridiangrade, der letztere, schwächer wirkende, wohl etwas weniger. Der nördlich-südliche Durchmesser beider ist etwa 120 Meridiangrade. Die Vergleichung der Flächen belehrt uns, dass das übergreifende Segment dann etwa $^1/_5$ der ganzen Hebungsfläche beträgt. Es liefert zwar als ein von der Anziehung schief betroffenes Randstück der Hebungsfläche etwas weniger als $^1/_5$ des gesammten zusammenfliessenden Wassers, welchen Ausfall wir aber durch den Umstand gedeckt betrachten können, dass das Segment auf vorherrschend tieferes Meer fällt, welches höhere Wellen ermöglicht. Also $^1/_5$ der zusammenströmenden Flutwelle soll in unserem Falle diejenige Halbkugel beisteuern, welcher der Hebungskreis **nicht** angehört.

Die Versetzung eines Hebungskreises kann natürlicherweise nur so lange dauern, als sein Gipfel seitwärts des Aequators läuft und das versetzende Segment kleiner als ein Halbkreis bleibt. Zwischen höchstens einer Hälfte und einem Fünftel der Hebungsfläche schwankt also das übergreifende Segment, und der Durchschnitt beider ist $^7/_{20}$ oder etwa $^1/_3$.

Das kann nun offenbar nicht heissen sollen, das wirklich versetzte Wasser betrage $^1/_3$ der ganzen gehobenen Masse. Dasselbe muss nothwendig einen viel kleineren Bruchtheil dieser letzteren bilden, der sich indessen für jede einzelne Welle durch Rechnung kaum bestimmen lassen würde. Er wird von der Länge der Sehne des übergreifenden Segmentes abhangen, so wie von der grösseren oder geringeren Unterbrechung durch Festländer und der Tiefe der betroffenen Meere, worauf wir bald noch einmal zu reden kommen werden. Jedenfalls aber ist dieser Bruchtheil

weit grösser, als $^1/_{120}$stel der Welle, in welcher Grösse ungefähr sich durchschnittlich der Betrag des definitiv versetzten Wassers weiterhin herausstellt.

Beide während einer Dauer von 13 $^1/_2$ Tagen (der durchschnittlichen Zeit von einem Uebergange der direkten Anziehung des Mondes über den Aequator zum anderen) die Nord- und Südhalbkugel umkreisende Wellen bestimmen die Lage des Schwerpunktes der Erde in Bezug auf sie. Beide werden also auch nach einem Verlaufe der Hebungskreise sich wieder ausgleichen nach Verhältniss dieser Lage des Schwerpunktes. d. h. sie werden auf der Halbkugel der höheren Welle deren Ueberschuss zurücklassen in dem Maasse, in welchem der verschobene Erdschwerpunkt dieses gestattet und erfordert.

Dieser zurückgelassene Ueberschuss bestimmt aber nicht die Höhe der Welle bei ihrer Wiederkehr an einen und denselben Ort nach einem Tage, oder von einer Flut zur anderen gleichnamigen. Die Welle bildet sich für einen bestimmten Ort und für dieselbe Halbkugel stetig neu in dem durch die Anziehungen gegebenen Maasse, nicht nach einem durch den Schwerpunkt der Erde geforderten, und so häuft sich also auf der Halbkugel des Ueberschusses derselbe während 13 $^1/_2$ Tagen 13 $^1/_2$ mal an. Er wird gleichsam wie ein Faden von einer Hälfte eines Knäuls auf die andere abgewickelt und erzeugt eine Hebung des Seespiegels, wie wir sie in der Jahreskurve von Sydney gesehen haben.

Wenn, wie vorher erwähnt, ein Hebungskreis zirka 120 Meridiangrade Durchmesser hat, so belehrt uns der Globus, dass etwa $^2/_3$ desselben, also 80 Meridiangrade Durchmesser, dem inneren Theile zukommen werden, auf welchem eine der zentralen gleiche Durchschnittserhöhung anzunehmen ist. Von diesem inneren Kreise gleicher Erhöhung werden aber immer wieder 10 bis 25, oder durchschnittlich 17 $^1/_2$ Grade des Durchmessers über den Aequator hinausfallen, also sich wieder auf die andere Halbkugel zurück ausgleichen; es bleibt demnach eine etwa gleich viel Versetzungswasser empfangende Zone von 55 bis 79, oder durchschnittlich etwa 60 Graden übrig, und es restirt von der Halbkugel eine nicht so betroffene Kalotte von 40 bis 70, durchschnittlich 55 Graden Durchmesser, auf welche sich die Wassererhöhung mit vertheilen muss. Dass dieses von erheblicher Bedeutung sei, werden später anzuführende Gründe zeigen. In Folge von beiderlei Umständen muss also von der Wassererhöhung ein Bedeutendes in Abzug kommen. Einen ähnlichen Abzug verursacht noch die Rotation der Erde, von welchem gleichfalls alsbald weiter die Rede sein soll.

Die Erhöhung des Seespiegels würde also für unsere angenommene Lage des Perigäums während des Verweilens der direkten Mondanziehung über einer Halbkugel $13\frac{1}{2} \cdot 2'',245177 = 30'',309889$ betragen, abzüglich der Ausgleichungen nach dem Pole, zur anderen Halbkugel zurück und nach dem äquatorialen Rotations-Wasserwulste hin, für jede andere mindere starke Deklination des Perigäums selbstredend weniger.

Gehen wir zur anderen Halbkugel, auf welche jedesmal etwa $13\frac{1}{2}$ Tage später das Apogäum fällt, so haben wir dort bei der extremsten Deklination desselben während der gleichen Zeitdauer eine Erhöhung von $13\frac{1}{2} \cdot 1'',841595 = 24'',861532$, um welche also, die Ausgleichungsabzüge wieder stillschweigend zu machen verstanden, nun der Seespiegel dieser Hemisphäre wächst, der entgegengesetzte wieder fällt. Der schliessliche Rest, die der ersteren Halbkugel verbliebene Spiegelerhöhung, wäre also $30'',309889 - 24'',861532 = 5'',448357$ in einem ganzen Halbkugeln-Wechsel der direkten Mondanziehung.

5. Kapitel.

Korrektionen, welche an dem gefundenen Resultate angebracht werden müssen.

Die nach der günstigsten Lage des Punktes grösster Mondanziehung entstehende Niveaudifferenz der Meere auf Nord- und Südhalbkugel, während eines Hemisphären-Wechsels der direkten Fluten zu $5'',448357$ berechnet, ist einer Anzahl mehr oder minder bedeutender Berichtigungen zu unterwerfen, von denen ein paar sich annäherungsweise durch die Zahl ausdrücken lassen, die andern aber nur durch die Beobachtung ihrem Werthe nach erkannt werden können. Die

1. Berichtigung

erwächst aus dem verschiedenen spezifischen Gewichte der den festen Erdkörper zusammensetzenden Stoffe und des Wassers. Obiger Betrag der monatlichen Umsetzung könnte zunächst nur gelten, wenn die Erde durchhin eine Wasserkugel wäre und dazu als solche gegen ihre Mitte hin nicht einmal durch Druck dichter wäre. Nun aber besteht sie aus Massen, deren durchschnittliches spezifisches Gewicht auf 5,44mal das des Wassers bestimmt worden

ist. Ihr Schwerpunkt verschiebt sich also um 5,44 mal weniger, als die Wasserversetzung auf einer blossen Wasserkugel von gleicher Dichtigkeit verursachen würde. Nach Maassgabe dieser geringeren Verschiebung des Erdschwerpunktes gleicht sich also immer wieder das versetzte Wasser aus, und statt der 5″,448357 haben wir 5,448,357 : 5,44 = 1″,001536 Seespiegelerhöhung für die Dauer eines Zeitraumes von zirka 27 Tagen.

2. Berichtigung.

Die Verschiebung des Schwerpunktes der Erde muss dem Gewichte des versetzten Wassers proportional sein, und dieses letztere wird sich nach der Menge des Wassers überhaupt auf beiden Halbkugeln richten. Die Menge desselben bestimmt sich nach Tiefe und Fläche, daher wir nur durch eine annähernd richtige Schätzung beider zu einem ebenso annähernd richtigen Urtheile über die in Rede stehende Modifikation des obigen Versetzungsmaasses gelangen können.

Was die Tiefe der Meere anbetrifft, so dürfte, nach unserer dürftigen Kenntniss derselben, auf der südlichen Hemisphäre ein Durchschnittsmaass von 14 bis 16,000 Fuss, auf der nördlichen ein solches von 6 bis 8000 Fuss wohl nicht allzuweit von der Wahrheit abliegen. Rücksichtlich der Fläche können wir eine sicherere Schätzung gewinnen, wenn wir mit Hilfe des Globus eine Messung vornehmen. Es stellt sich alsdann bis zum 70. Grade nördlicher und südlicher Breite, wo etwa die Eisregionen anfangen, ein Verhältniss von $11\frac{1}{5}$ südlich zu 7 nördlich heraus, so dass also der südlichen Halbkugel nach Tiefe und Fläche der Meere wenigstens eine dreimal so grosse Wassermasse zukäme, als der nördlichen.

Wenn wir nun bei unserer obigen Berechnung eine Durchschnittstiefe der Ozeane von 12,000 Fuss zu Grunde gelegt und von der Ungleichheit der Flächen ganz abgesehen haben, so wird sich das Rechnungs-Ergebniss mit der anderen Grundlage ändern müssen. Da Mond und Sonne das Meerwasser bis in alle Tiefen in dem berechneten Verhältnisse zur Erdanziehung bewegen, so ist klar, dass die Wirkung um so grösser sein muss, je grösser die der gegebenen störenden Kraft nachgebende Masse ist, dass also die südliche Halbkugel sowohl nach Tiefe als Fläche der Meere höhere Flutaufwölbungen gestatten und in Folge dessen grössere Wasserversetzungen zu ihr hin erfahren muss, als die nördliche; denn die bedeutendere südliche Flutaufwölbung zieht als gleichsam nachsaugend mehr Wasser über den Aequator hinüber, als die geringere nördliche. Der Aequator selbst ist also nicht die Scheidelinie gleicher Versetzungen hinüber und herüber, son-

dern ein südlicherer Parallel, oder mit andern Worten: auch der Mond versetzt jetzt kontinuirlich Wasser nach Süden und thut es so lange gemeinschaftlich mit der Sonne, als die Meere im Süden überwiegen.

Bringen wir wiederum diese Korrektion an dem letzten Endergebnisse an, so stellt sich die Wasserversetzung nach Norden auf 1″,001536:4 = 0″,250384, die nach Süden auf 0″,250384. 3 = 0″,751152 während eines Hemisphärenwechsels von Seiten der direkten Mondanziehung, oder in 27 Tagen.

3. Berichtigung.

Könnte man die scheinbare tägliche Bewegung von Mond und Sonne in eine wirkliche verwandeln, d. h. die Rotation der Erde inne halten und statt ihrer die beiden anziehenden Körper unseren Planeten von Osten nach Westen umkreisen lassen, so würde man dieselben Fluterscheinungen auf der Erde haben, wie jetzt, aber eine bedeutende Wasserversetzung eintreten sehen, welche vom Flutphänomen unabhängig wäre.

Wie das feste Erdsphäroid, gleich denen anderer Planeten, offenbar der grösseren Zentrifugalkraft seines äquatorialen Theiles bei der Rotation in so ferne nachgegeben hat, als es sich dort aufbauschte und einen grösseren Durchmesser annahm, als von Pol zu Pol, so gibt dort stetig noch sein Wassermantel diesem Zuge nach und nimmt eine höhere Aufwölbung stehend an. Daher ist in einer breiten Region zu beiden Seiten des Gleichers das Meer unveränderlich tiefer, als überall sonstwo (lokale seichtere Stellen in Folge der Unebenheit der festen Erdkruste abgerechnet, wie z. B. in äquatorialen Theilen des pazifischen Ozeanes).

Würde nun die Rotation der Erde gehemmt, so wäre damit die Ursache dieser Aufwölbung hinweggenommen. Die Wassertiefe müsste sich allenthalben gleichstellen, d. h. die Meeresfläche könnte nun allenthalben auf der Erde nur eine vollkommene Kugelfläche bilden. Dadurch würden also die Meere allerwärts steigen, wo die Rotation sie vorher durch den Zug des Wassers zum Aequator hin deprimirt hätte, und in dem Maasse mehr steigen, als vorher die Depression grösser gewesen wäre. Die bedeutendste Erhebung des Meerniveaus würde an den Polen stattfinden, wo vorher die Abplattung desselben am grössten war, und von den Polen zum Aequator hin kontinuirlich weniger, bis sich zuletzt, etwa in der Gegend der Wendekreise, die neue Erhebung des Seespiegels in ihr Gegentheil, eine Depression bis zum Aequator hin verwandelte.

Fände unter Voraussetzung der gehemmten Rotation der Erde durch die Aktion der ungestörten Mond- und Sonnenfluten eine Wasserversetzung statt, so würde diese den Seespiegel derjenigen Halbkugel, auf welche hin die Versetzung gerichtet wäre, am Pole am meisten erhöhen, denn der nach dieser Seite hin verschobene Schwerpunkt der Erde würde stets das geometrische Zentrum der Kugel bleiben müssen, folglich die Kugelfläche am Pole genau um den Betrag seiner Verschiebung nach Maassgabe des verschiedenen spezifischen Gewichtes von Erde und Wasser hinausrücken, während dieselbe am entgegengesetzten Pole der entwässerten Halbkugel um denselben Betrag hinter dem Zentrum her sänke. Am Aequator selbst dagegen könnte selbstverständlich gar keine Aenderung des Niveaus der Meere stattfinden, weil in Bezug auf ihn der Schwerpunkt der Erde keine Aenderung der Entfernung erlitten hätte.

Welche Verhältnisse haben wir nun bei der Wasserversetzung **mit** der Rotation?

Die Erhöhung des Seespiegels an den Polen wird eine unbedeutendere sein, als **ohne** dieselbe, denn ein grösster Theil des versetzten Wassers wird durch die Schwungkraft in einem mehr äquatorialen Gürtel jeder Halbkugel festgehalten. An den Polen müssen aber dennoch wohl die grössten Schwankungsamplituden erreicht werden, weil sie immer den Verschiebungen des Schwerpunktes nach Maassgabe des verschiedenen spezifischen Gewichtes genau entsprechen, und weil zugleich dort die Fläche, auf die sich das versetzte Wasser vertheilt, am kleinsten ist. Die bei weitem grösste Masse des versetzten Wassers dagegen muss der übrigen Halbkugel zukommen, auch ohne ihren Seespiegel in höherem Maasse zu steigern, wie sich aus folgender einfacher Rechnung ergibt:

Die Oberfläche einer Kugel ist bekanntlich 4 mal so gross, als die Fläche eines grössten Kreises, die der Halbkugel also von 2 mal so viel Quadratinhalt, als letztere. Einer Scheibe der Erdstoffe nun, deren Dicke durch die Entfernung des verschobenen Schwerpunktes der Erde von ihrem geometrischen Mittelpunkte bestimmt wird, nach dem Aequator aus der Erde geschnitten, muss das versetzte Wasser das Gleichgewicht halten. Eine versetzte Wasserkalotte, deren grösste der Schwerpunkt-Verschiebungs-Strecke gleiche Dicke am Pole liegt, kann dieses nicht, denn sie bedeckt in gleicher Wirksamkeit wie am Pole etwa nur $^2/_3$ der Halbkugelfläche und drückt also nur als ein Gewichtsmoment von $^2/_3 \cdot 2 = 1\,^1/_3$ gegen die äquatoriale Scheibe der Erdstoffe. Es muss derselben aber mit 5,44 entgegengewirkt werden, folglich muss dem gesammten auf die Halbkugel versetzten Wasser

dieses Gewichtsmoment zukommen und also das mehr äquatorial gebliebene mit 5,44 — $1^1/_3$ = 4,11 wirken.

Dieser Wassergürtel, welcher bei den Versetzungen von einer Seite des Aequators zur anderen oszillirt und mit dem der gleichen Aufbauschung des festen Erdsphäroids gleichsam den Platz vertauscht, ist die Ringflut, von welcher wir in unserer zweiten Abhandlung gesprochen haben, und sie liefert wegen der grösseren bedeckten Fläche die geringeren Schwankungen des Seespiegels am Aequator und in niedrigeren Breiten. Heutzutage ist diese Ringflut auf der südlichen Halbkugel in Breiten bis über den Wendekreis hinaus augenscheinlich vorhanden.

In welchem Belange unser bisheriges Schlussfazit von dem hier Erwogenen beeinflusst wird, kann natürlich nicht durch die Zahl ausgedrückt werden, und nur so viel ergibt sich, dass die Schwankungen des Seespiegels über die ganze Hemisphäre hin etwa die gleichen sein werden.

6. Kapitel.

Die Mondperiode.

Schon oben ist weiter ausgeführt worden, wie die Beziehungen des Mondes zur Erde, in wie weit sie hier in Betracht kommen, die der Sonne wiederspiegeln, nur dass ihre Wechsel in Bezug auf Nord- und Südhalbkugel in Zyklen von sehr kurzer Dauer verlaufen, verglichen mit den entsprechenden Perioden dieser.

Das Perigäum legt seinen tropischen Umlauf von Westen nach Osten um die ganze Mondbahn in 8 Jahren, 310 Tagen, 13 Stunden, 48 Minuten, 53 Sekunden zurück. Die Knoten vollenden in umgekehrter Richtung dieselbe Bahn in 18 Jahren, 218 Tagen, 21 Stunden, 22 Minuten, 46 Sekunden. Aus den entgegengesetzten Bewegungen folgt, dass sie sich begegnen müssen und zwar immer nach Perioden von fast genau 6 Jahren, nämlich einigen Stunden weniger oder mehr, je nachdem 1 oder 2 Schaltjahre in eine solche Periode fallen. Da diese Perioden der Begegnungen kürzer sind, als die der beiderseitigen Umläufe, so muss das Zusammentreffen stets auf andere Punkte des Zodiakus fallen. Nach 3 mal 6 Jahren aber, oder nach 2 Begegnungen von Perigäum und Knoten und zwei Rundläufen des Perigäums, muss das Zusammentreffen wieder ziemlich an dieselbe Stelle

der Mondbahn fallen, wie 3 mal 6 Jahre vorher, nur etwas nach Osten verschoben, weil das Perigäum etwas weniger als 9 Jahre läuft, die Knoten aber mehr als ein halbes Jahr über 18 Jahre zu einer Rundbewegung gebrauchen.*)

Da die Knoten die Punkte bezeichnen, wo Mondbahn und Erdbahn sich 'urchschneiden, so werden die Stellen grösster Abweichung beider um 90° ntfernt von ihnen liegen. Dort differiren sie um 5 Meridiangrade. Der Iond steht an diesen Orten seiner Bahn also entweder 5 Meridiangrade ördlicher oder südlicher als die Sonne an gleicher Stelle, und ist demnach ei extremen und entgegengesetzten Stellungen zur Ekliptik 10 Meridiangrade öher oder tiefer im Meridiane eines Ortes. Da nun mit der Mondnähe ich seine Anziehungsstärke steigert, mit dem höheren Meridianstande sein .nziehungskreis sich in gleichem Sinne auf der Erde verschiebt, so folgt araus, dass das Zusammentreffen des Perigäums mit einer extremsten Ab'eichung der Mondbahn in gleichem Sinne die Höhe der Fluten für eine Ialbkugel steigern, in umgekehrten Sinne dieselben vermindern müsse. 'erigäum und Mondabweichung nördlich addiren ihre Wirkungen für die ördliche Halbkugel; Perigäum und Mondabweichung südlich für die südliche. 'erigäum nördlich und Mondabweichung südlich subtrahiren einander für .ie Nordhemisphäre; Perigäum südlich und Mondabweichung nördlich thun lasselbe für die südliche. Dabei ist freilich festzuhalten, dass es sich nur ım die Ueberschüsse der direkten über die indirekten Wellen handelt, denn liese selbst, d. h. die gleichnamigen untereinander, wechseln auf beiden Ialbkugeln ihre Höhen gleich je nach den Wechseln von Perigäum und 3ahnabweichungen. Beiderlei, Steigerung und Verminderung, wird beim Zusammenfallen aller minder extremen Lagen in vermindertem Grade stattinden. Gleicherweise werden Perigäum und Mondabweichung, wenn sie um lie Ost- und Westpunkte der Ekliptik fallen, fast oder ganz ohne Wirkung

---

*) An dieser Stelle wollen wir auf einen Umstand aufmerksam machen, welcher jedenfalls die Herren Meteorologen interessiren wird. In einem „Abstract of meteorological observations, made in New South Wales", durch Herrn Russell zusammengestellt und uns gütigst von ihm übersandt, weist er durch eine Kurve nach, wie der Regenfall dort eine Periode von 18 Jahren habe, also wohl mit der Wiederkehr derselben Lage des Perigäums auf der Ekliptik zusammenhange. Herr Russell bemerkt dazu: „Der Nordost- sowohl als der Südostpassat ist von einer Zone stärkerer Niederschläge nördlich und südlich begrenzt. Die südliche Zone scheint durch den Mond in der Breitenlage periodisch verschoben zu werden."

bezüglich der Versetzung von Wasser sein, weil sie dann beide Halbkugeln fast oder nahezu gleich beeinflussen.

Die Steigerung des Seespiegels durch die Mondanziehung auf einer und der anderen Halbkugel während einer halben Periode des Perigäums ist nun leicht festzustellen. Der halbe tropische Umlauf desselben hat 1616 Tage oder $58^3/_4$ Wechsel der Halbkugeln von Seiten des Mondes. Er muss also nach dem Bisherigen zu einer periodischen Hebung und Senkung der nördlichen Meere von $58^3/_4 \cdot 0'',250384 = 14'',71$, der südlichen von $58^3/_4 \cdot 0'',751152 = 46'',67$ führen.

Diese Maasse würden indessen nur von den beiderseitigen zirkumpolaren Meeren gelten und in gemässigten Breiten nicht ganz erreicht werden; zudem bleiben noch die in der 3. Berichtigung besprochenen aber nicht scharf zu bestimmenden Abzüge zu machen übrig. —

Um hier ein mögliches Missverständniss des in Ziffern Ausgedrückten zu vermeiden, muss Späterem vorgreifend bemerkt werden, dass dasselbe nicht etwa eine undenkbare wechselweise polare Verlängerung oder Verkürzung des Wassersphäroids der Erde, sondern nur die heutzutage bestehende Tendenz der Südhalbkugel ausdrückt, fortwährend einen Ueberschuss von Versetzungswasser zurückzubehalten.

7. Kapitel.

Unter welchen Umständen könnte wohl die Beobachtung zur Kontrole dieser Resultate herangezogen werden? Und wie ist es geschehen?

Niveauunterschiede des Meeres von einigen Zollen bis zu einem Fuss an Gestaden der offenen See zu beobachten, wäre nach der älteren Methode eine reine Unmöglichkeit, da die täglichen viel bedeutenderen Schwankungen der Gezeiten, ja die stündlichen und selbst nur sekundenlangen in Folge des Windes solche kleinen Unterschiede durchaus verdecken, wenigstens gar keine genauen Feststellungen gestatten.

Anders würde freilich die Sache sein, wenn man scharfe Beobachtungen in Binnenmeeren anstellte, bei denen das Flutphänomen wegen ihrer schwachen Verbindung mit der offenen See und unbedeutenden Ausdehnung nur höchst unscheinbare oder vielleicht gar keine merkbaren Niveauunterschiede erzeugte, und wo auch die unablässigen Störungen des Spiegels

durch den Wind wenigstens auf ein Minimum reduzirt wären. Ein solches Binnenbecken wäre einer kommunizirenden Röhre zu vergleichen, an welcher man den Stand einer Flüssigkeit in einem benachbarten grossen Gefässe abliest. Wenn man an einem solchen mit dem offenen Ozeane nur in geringem Zusammenhange stehenden Bassin tägliche Pegel-Ablesungen anstellte und aus allen Wasserständen eines ganzen Jahres oder einer halben Mondperiode den mittleren Wasserstand für diese Zeitabschnitte berechnete, so würde man wohl in die Lage kommen, über denselben draussen im offenen Meere derselben Breite ein stichhaltiges Urtheil zu gewinnen.

Wo wären nun Lokalitäten, in denen man so beobachten könnte?

Ueberblicken wir den Erdball, so treffen wir nur ein paar Stellen, die geeignet sein dürften, den persischen Golf, das rothe Meer, das Mittelmeer mit seinen Verzweigungen und die Ostsee. In diesen wenigen, nur lose mit dem Ozeane kommunizirenden Binnenseen würden Studien der beschriebenen Art, viele Jahre hintereinander angestellt, Aufklärung darüber geben, ob der Seespiegel der nördlichen Halbkugel, und also derjenige der ganzen Erde, mit den Mondperioden oszillire oder nicht. Wenn er es thäte, so hätte man zugleich hier das Maass der Schwankungen vor sich; wenn nicht, so wäre damit eine stetige und sofortige Ausgleichung aller Störungen durch Mond und Sonne bewiesen.

Hätten an den genannten Stellen dergleichen Beobachtungen und Diskussionen derselben noch nicht stattgefunden, so bliebe es mit der ganzen Sache vorläufig bei einer Vertröstung auf die Zukunft. Glücklicherweise aber brauchen wir nicht mehr auf letztere zu warten, denn wir haben für die Ostsee, eine der günstigsten unter den paar Oertlichkeiten des Erdkreises, eine 60 Jahre lange Beobachtungsreihe mit zugehörigen Reduktionen hinter uns, für das Mittelmeer gleichfalls eine kurze betreffende Thätigkeit der Adria-Kommission zu Wien, deren Resultate übrigens noch nicht publizirt sind.

Die preussische Regierung hat im Jahre 1810 an mehren Punkten der baltischen Küsten Pegel errichten lassen und regelmässige, tägliche Ablesungen angeordnet zum Zwecke von Untersuchungen über etwaige Senkungen oder Hebungen des Uferlandes, wie man sie den schwedischen Ostgestaden und denen Finnlands zuschrieb. Meklenburg hat seit einigen Jahren dasselbe gethan, und seit 1857 sind von Seiten der Finska Vetenskaps Societet zu Helsingfors an anfänglich fünf, späterhin zehn verschiedenen Punkten der finnischen Ufer die gleichen Einrichtungen und Untersuchungen zu gleichem Zwecke in's Werk gesetzt worden. Schweden ist seit ein paar

Jahren nachgefolgt, hat aber unseres Wissens nach keine Resultate veröffentlicht.

Fleissige und ausdauernde Forscher, wie für Preussen H. Berghaus und G. Hagen, für Meklenburg Paschen (aus eigenen Mitteln neulich für Kiel und andere westliche Ostseepunkte Dr. Meyer), für Finnland Moberg haben sich der grossen Mühe von Diskussionen zum Theil ungeheurer Zahlenreihen unterzogen und uns so eine ansehnliche Reihe mittlerer jährlicher Seespiegelstände der Ostsee an fast 30 Stellen ihrer Ufer vor Augen gestellt.

Diese Arbeiten, zu ganz anderem Zwecke gemacht, als dem hier von uns verfolgten, für diesen anderen, schon genannten Zweck so zu sagen völlig resultatlos geblieben und bisher als überhaupt fast unnütz erschienen, gewinnen bei unserer folgenden Benutzung ein unerwartetes, neues und gewaltig grosses Interesse für die Wissenschaft. Sie werden zu Richtern über eine unabsehbar tief eingreifende Frage aufgerufen und sollen einen für alle Ewigkeit entscheidenden Ausspruch thun.

Berghaus unterzog sich der Mühe, aus den Pegelablesungen in den Häfen Memel, Pillau und Swinemünde die mittleren Wasserstände für jedes der 30 Jahre von 1811 bis 1840 einschliesslich zu berechnen, und er theilt dieselben auf S. 122 des Textes zu seinem physikalischen Atlas mit.

G. Hagen unternahm die noch umfangreichere Aufgabe, in derselben Weise die Pegelablesungen an den genannten drei Orten, ausserdem aber die von Königsberg, Neufahrwasser, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Kolbergermünde, Wiek bei Greifswald, Stralsund, Barhöft und Wittower Posthaus für die Jahre 1846 bis 1864 inkl., bei den letztgenannten vier Orten von 1847 bis 1864 inkl. auf die mittleren jährlichen Wasserstände zu reduziren, und er theilte seine Ergebnisse im Jahre 1866 in einer Abhandlung mit, betitelt: „Die preussische Ostsee-Küste in Betreff der Frage, ob dieselbe eine Hebung oder Senkung bemerken lässt“.

Paschen hat im 1. Hefte des 6. Bandes der „Beiträge zur Statistik Meklenburg's“ eine ähnliche Reduktion der Wasserstände für Wismar mitgetheilt.

In der „Öfversigt af Finska Vetenshaps Societetens förhandlingar“ finden sich für jedes Jahr von 1857 bis 1870 einschliesslich die Reduktionen Moberg's für Finnland.

Was die angedeutete Resultatlosigkeit fast aller dieser Arbeiten in Bezug auf das Gesuchte anbetrifft, so schien sich nur herauszustellen, dass die deutschen und preussischen Küsten auf alle Fälle weniger bedeutend steigen oder schwanken, als die nordschwedischen und finnischen steigen sollen; aber sich wider-

sprechende Ergebnisse an einzelnen Stellen liessen kein rechtes Urtheil darüber aufkommen, mit welcher Art von Bewegung man es eigentlich zu thun habe. — Berghaus war mehr der Meinung, dass der Boden eine kleine, langsam oszillatorische Bewegung mache, dass aber auch wohl Windströmungen einen grossen Antheil an den ungleichen Ziffern der sukzessiven mittleren jährlichen Wasserstände haben könnten. — Hagen ist ebenfalls geneigt, die Luftbewegungen in erster Reihe als Ursache der ungleichen mittleren Spiegelhöhen verschiedener Jahre hinzustellen, glaubt aber doch auch für die meisten betreffenden Orten aus den ganzen Beobachtungsreihen ein Steigen des Bodens als sicher konstatiren zu können. — Der finnische Berichterstatter scheint die Winde als einzige Veranlasser der ungleichen Jahresmittel aufzufassen, und Dr. Meyer thut das bestimmt.

Der wirkliche Zusammenhang der Sache blieb, wie das Nachstehende zeigt, allen diesen Gelehrten verschlossen.

An dieses Buch mit sieben Siegeln nun legten wir mit grossen Hoffnungen nicht nur, sondern mit sicheren Erwartungen den Schlüssel unserer Theorie in ihrer durch Rechnung weiter entwickelten Gestalt an, und — es öffnete sich und hörte nicht nur auf, ein Räthsel zu sein, sondern stempelte auch die erschliessende Theorie definitiv zum Naturgesetze.

In die krausen und anscheinend sehr regellosen Zahlenreihen kam der von uns geahnte Zusammenhang, und sie stehen nunmehr da als Beweise für die richtige Auffassung und Berechnung wasserversetzender Mond- und Sonnenanziehungen und ihrer Wechsel.

Man brauchte bloss die Ziffern der höchsten jährlichen Mittelspiegelhöhen fett zu schreiben, die der tieferen und tiefsten schwächer, wie es auf unserer Tafel II geschehen, um sofort eine strenge Regelmässigkeit der Wiederkehr gleicher und ähnlicher Beträge dem Auge sichtbar zu machen und auch den mit der Umsetzungstheorie Unbekannten auf den Gedanken zu bringen, hier walte ein geregelter Einfluss ob, der nur kosmisch sein könne.

Natürlich mussten zur vollkommenen Klarstellung die Ephemeriden des Mondes für die ganze Zeit der Beobachtungen hinzukommen. Es musste die Lage des Perigäums und die der Punkte grösster Abweichung der Mondbahn von der Ekliptik für jedes Jahr in Bezug auf Nord- und Südhalbkugel festgestellt werden, um zu wissen, ob und wie der Mond als anziehender Körper bei den Verschiedenheiten des Wasserstandes betheiligt sein könne.

Alles dieses nun, gehörig und klar zusammengestellt, war dann die unwidersprechliche Dokumentirung der Richtigkeit unserer Deduktionen zunächst in Rücksicht auf den Mond und weiterhin auch auf die Sonne.

8. Kapitel.

Die Tafel, welche den Zusammenhang der jährlichen mittleren Ostseespiegel-Stände mit den Anziehungs-Verschiedenheiten des Mondes, seine Wasserversetzung also, durch Zusammenstellung von Ziffern mit Ephemeriden-Kurven darstellt.

Die längsten berechneten Beobachtungsreihen sind die für Memel, Pillau und Swinemünde, denn sie setzen sich aus denen Berghaus' und Hagen's zusammen. Eine kleine Lücke von 5 Jahren ist leider dadurch entstanden, dass Hagen's Arbeit nicht direkt an die von Berghaus anschliesst, nach Hagen's Aeusserung wohl aus dem Grunde, dass man (wegen falscher Beurtheilung der Ursachen verschieden hoher Jahresmittel) gegen die Pegel mistrauisch geworden war und vor weiterer Befragung derselben Korrektionen an ihnen vorzunehmen für geeignet hielt, welche in der That ganz unnöthig waren. Die Berghaus'schen Reihen reichen bis 1840 inkl., und die Hagen'schen beginnen mit 1846. Von da an reichen die meisten Reihen bis 1861 inkl., einige bis 1865 und die Reihe für Wismar bis 1866 einschliesslich. Einige Hagen'sche beginnen allerdings, wie schon erwähnt, erst mit 1847, und die für Glowe auf Jasmund fängt mit 1857 an. Es sind dieser neueren Reihen im Ganzen 14. An dieselben schliessen sich zunächst drei unvollständige Jahre Dr. Meyer's für die Kieler Bucht u. s. w., dann aber die sehr schönen finnischen Reihen im Jahre 1857 an und führen, so weit sie publizirt sind, am weitesten, nämlich bis 1870 inkl.

Wir haben nun auf Tafel II sämmtliche Reihen den Orten nach nebeneinander, den Jahren nach untereinander gestellt. Die höchsten und höheren Ziffern sind fett, ein wenig vorgedruckt und der Stärke nach in zwei Klassen gebracht; die nachgesetzten sind ebenfalls noch einmal durch die Stärke unterschieden, so dass also vier Kategorien hervortreten.

Vor allen Reihen zusammen laufen, in zwei geschlängelten Linien ausgedrückt, die Angaben über die Lagen des Perigäums rücksichtlich seiner Abweichungen vom Aequator und von der Ekliptik herunter.

Man sieht auf den ersten Blick durch alle Reihen eine Wiederkehr höherer und höchster Wasserstände der Ostsee in gewissen Abständen, welche Wiederkehr wohl niemand auf Rechnung des Windes schreiben würde aus dem doppelten Grunde, dass erstens bei demselben eine periodische, stehende Richtung für *ganze Jahre* nicht angenommen werden,

reitens derselbe, wenn er auch in einer solchen Weise denkbar wäre, cht die ganze Ostsee gleich betreffen könnte, wie es nach der Uebereinmmung der Zifferngrössen von den verschiedensten Küstenpunkten her doch r Fall sein müsste. Für gleiche oszillatorische Schwankungen des Bodens nd herum nach solchen bestimmten Zeitintervallen wäre gleichfalls kein ihalt zu finden. Die Schwankungen können also nur in einer anderitigen Beeinflussung der See und der See allein gesucht werden; ihre sachen können nicht terrestrischer, sie müssen kosmischer Natur sein.

Diese Vermuthung wird zur Gewissheit, wenn wir finden, dass die er sichtbaren langsamen Niveauwechsel genau mit kosmischen Bewegungen sammenstimmen.

Wir müssen nun zu einer spezielleren Betrachtung der Tafel übergehen id besprechen zuerst

a) die vorn herablaufenden Linien, welche die Mondkonstellationen versinnlichen.

Der vor den Jahreszahlen herablaufende Raum, in welchem sich die ppelte Linien-Serpentine befindet, ist durch eine gerade Mittellinie in wei Hälften getheilt. Diese Linie soll den Aequator des Himmels oder er Erde bedeuten, zu dessen beiden Seiten sich die Wege des Perigäums es Mondes in seiner Umlaufsperiode von 8 Jahren, 310 Tagen, 13 Stunden, 8 Minuten, 53 Sekunden auf die ganze Ekliptik projiziren. Der Raum nks von der Geraden soll, wie die Ueberschrift auf der Tafel besagt, die uf die Erdkugel verzeichnet gedachten Abweichungen nordwärts, derjenige echts die südwärts des Aequators fallenden darstellen.

Die ausgezogene Serpentine, welche immer nach fast $4^1/_2$ Jahresräumen er neben heruntorlaufenden Jahresziffern-Reihe von einer Seite des Aequairs zur anderen übergeht, wird gebildet durch die auf die Erde projizirten lälften der Ekliptik, um welche herum die punktirte Bahn des Perigäums ı Zeitabständen von fast genau 3 Jahren hin und her oszillirt.

Dieser Weg des Punktes grösster Mondanziehung um die ganze Ekliptik nd über beide Halbkugeln der Erde ergibt sich, wenn irgend eine feste ınfangsstelle astronomisch bestimmt ist, leicht nach dem in den Kapiteln 2 nd 6 dieser Abtheilung Gesagten. Während die Knoten jährlich zirka $/_{18}$ ihres ganzen Umlaufes machen, legt das Perigäum ungefähr $^1/_9$ desselben mgekehrt zurück. Ihre gegenseitige Annäherung zu einander oder Entfernung von einander beträgt also im Jahre $^1/_{18} + ^1/_9 = ^3/_{18} = ^1/_6$ der ganzen Bahn. Nach je 6 Jahren begegnet also das Perigäum stets demselben

Knoten wieder, wie vor 6 Jahren, nach je 3 Jahren dem gegenüberliegenden, oder mit andern Worten: das Perigäum tritt von 3 zu 3 Jahren immer auf die andere Seite der Ekliptik, von der nördlichen zur südlichen, von der südlichen zur nördlichen u. s. w. über.

Genaueres für mittlere Bewegungen (denn die des Perigäums sowohl als die der Knoten ist veränderlich oder hüpfend) geben folgende Zahlen: Die zunehmende Entfernung des Perigäums vom auf- oder absteigenden Knoten oder die wachsende Annäherung an einen derselben ändert sich mit jedem Tage um 0°,16436, in einem Jahre von 365 Tagen also um 59°,99092, in einem Schaltjahre um 60°,15527. In 1095 Tagen, also fast genau 3 Jahren, beträgt die Veränderung der gegenseitigen Lage 180°, in fast ebenso genau 6 Jahren 360°, oder es findet dann ein ursprüngliches Oerterverhältniss wiederholt statt.

Aus allem folgt auch, dass immer nach 18 Jahren ungefähr alle Verhältnisse wieder nahezu an derselben Stelle der Ekliptik (oder Mondbahn) sich wiederholen müssen, nahezu freilich nur, weil die Knoten im Jahre nicht ganz $^1/_{18}$ ihrer Bahn zurücklegen, das Perigäum aber in derselben Zeit etwas über $^1/_9$ der seinigen vollendet; die Begegnungen und alle Zwischenlagen verschieben sich also nach Osten, und diese Verschiebung hat ihrerseits eine lange mittlere Periode.

Die Wechsel von je 3, 6 und 18 Jahren Periode nun sind durch unsere doppelte Serpentine zur Anschauung gebracht, und man sieht an ihr nicht nur die alternirend verschiedenen Maasse, um welche die senkrechte Anziehung des Mondes in seiner grössten Erdnähe über den Aequator hinaus auf eine oder die andere Halbkugel fällt, sondern auch mit hinreichender Genauigkeit die Zeitpunkte und Zeiträume, zu denen die Wechsel und entgegengesetzten Lagen des Perigäums gehören.

Wir bitten zunächst, den Zug der ausgezogenen, ganz gleichmässig hin und her schwankenden Linie ins Auge zu fassen und mit den nachstehenden astronomischen Notizen zu vergleichen, deren Haupt-Anhaltspunkte Herr Professor Heis zu Münster so gütig war, für uns den „Tableaux de la lune par Hansen" zu entnehmen.

Das tropische Perigäum trat am 25. Februar 1812 zur Nordhalbkugel über, durchlief die ihr zufallende Hälfte der Ekliptik bis zum 30. August 1816, von da an die über der Südhalbkugel liegende Hälfte bis zum 3. Januar 1821, zu welcher Zeit also ein tropischer Umlauf beendet war. Es trat alsdann zum zweiten Male zur Nordhemisphäre über, blieb

über derselben bis zum 7. Juni 1825, von welchem Punkte an sein zweiter Lauf über der Südhemisphäre bis zum 8. November 1829 dauerte.

Eine dritte Umlaufszeit reichte von da an für die nördliche Halbkugel bis zum 13. April 1834, für die südliche von hier bis zum 14. September 1838.

Ein vierter tropischer Rundgang des Perigäums fiel nördlich von letzterem Datum an bis zum 7. Mai 1843, südlich von da an bis zum 19. Juli 1847.

Eine fünfte tropische Periode theilte sich in dem angegebenen Sinne am 20. Dezember 1851 und schloss am 24. Mai 1856.

Einen sechsten Rundlauf theilten und endigten resp. der 26. Oktober 1860 und der 31. März 1865.

Die siebente, nicht mehr ganz vorhandene Periode reichte für die nördliche Abweichung von letzterem Datum bis zum 1. September 1869.

Zum Verfolge der punktirten Linie, dem wirklichem Wege des Perigäums rücksichtlich seiner sehr ungleichen Abweichungen zu beiden Seiten des Aequators übergehend, haben wir die nachstehenden astronomischen Daten:

Das Perigäum war in Bezug auf die Ekliptik

nördlich	vom	16.	Oktober	1808	bis	zum	16.	Oktober	1811
südlich	„	16.	„	1811	„	„	16.	„	1814
nördlich	„	16.	„	1814	„	„	15.	„	1817
südlich	„	15.	„	1817	„	„	14.	„	1820
nördlich	„	14.	„	1820	„	„	14.	„	1823
südlich	„	14.	„	1823	„	„	13.	„	1826
nördlich	„	13.	„	1826	„	„	12.	„	1829
südlich	„	12.	„	1829	„	„	12.	„	1832
nördlich	„	12.	„	1832	„	„	12.	„	1835
südlich	„	12.	„	1835	„	„	11.	„	1838
nördlich	„	11.	„	1838	„	„	10.	„	1841
südlich	„	10.	„	1841	„	„	9.	„	1844
nördlich	„	9.	„	1844	„	„	9.	„	1847
südlich	„	9.	„	1847	„	„	8.	„	1850
nördlich	„	8.	„	1850	„	„	8.	„	1853
südlich	„	8.	„	1853	„	„	7.	„	1856
nördlich	„	7.	„	1856	„	„	7.	„	1859
südlich	„	7.	„	1859	„	„	6.	„	1862
nördlich	„	6.	„	1862	„	„	5.	„	1865
südlich	„	5.	„	1865	„	„	5.	„	1868
nördlich	„	5.	„	1868	„	„	5.	„	1871.

Die graphische Darstellung zeigt für diese Bewegungen einen ungleich gewundenen Weg von abwechselnd flacher und schärfer gekrümmten Schlingen, von denen die ersteren die kleineren, die letzteren die grösseren Abweichungen des Perigäums zu beiden Seiten des Aequators andeuten, oder die alternirenden Perioden, während welcher die stärksten Mondanziehungen auf eine mehr oder minder bedeutende geographische Breite beider Halbkugeln fielen.

Da nun die tägliche indirekte Flutwelle des Mondes auf der von ihm abgekehrten Erdseite nicht bloss in ihrer Höhe ebenso genau mit der Anziehungsstärke Schritt hält, wie die direkte, sondern auch, als dieser diametral gegenüber, ihren Gipfel durch einen Parallel führt, welcher gleiche entgegengesetzte Breite hat, wie der Parallel des direkten Wellengipfels, so haben wir durch eine der **stark** punktirten Perigäumsbahn gerade entgegengesetzte **schwach** punktirte dritte Serpentine diesen Sachverhalt dem Auge sichtbar gemacht. Es war das nöthig zur Führung unseres Urtheils bei der folgenden Darlegung.

b) Vergleichung des gewonnenen Bildes der Bahn des Perigäums mit den gleichzeitigen jährlichen mittleren Höhenverschiedenheiten des Ostseespiegels.

Wenn wir das Ganze der Zahlen-Kolumnen überblicken, so sehen wir, wie schon gesagt, Wechsel der Jahres-Spiegelhöhen, welche in gewissen Zeitabständen für alle nebeneinanderliegenden Reihen zugleich wiederkehren. Die Wechsel haben also die ganze Ostsee zugleich betroffen, und da diese als kommunizirender Flüssigkeitsmesser sämmtlicher Ozeane der nördlichen Halbkugel aufgefasst werden muss, auch diese Gesammtheit in gleicher Weise.

Wir haben bei allen unseren Betrachtungen schon gefunden, dass die Schwankungen der See immer um ein Gewisses ihren Ursachen nachfolgten. Das kann auch schon nicht anders sein bei Summirungen von kleinen Effekten, die auf ein Bewegliches, in sich so leicht Verschiebbares, ausgeübt werden und an ihm zur Erscheinung kommen. Sein Gleichgewichtszustand ändert sich in einer Richtung hin fast bis zur letzten Spur einer Wirkung in derselben und also noch lange nach dem Maximo der Wirkung. Er wird ebenso wiederum festgehalten, bis eine lange Reihe kleiner Wirkungen nach und nach zu langsamer und allmälig rascherer Umkehr nöthigt. Ganz besonders wird das von dem Gesammtwasser der einen und anderen Halbkugel gelten, welches den Gewichtsmomenten in beiden Schalen einer Wage zu vergleichen ist. Versetzen wir in einem bestimmten Tempo ein

Uebergewicht aus einer Schale in die andere, wieder zurück in die erste u. s. f., so wird der Wagebalken wohl entsprechend schwanken, aber nicht genau in demselben Tempo des Uebergewichtstausches, sondern merklich langsamer schon einmal darum, weil die erzeugten Bewegungen des Wagebalkens nicht so plötzlich zu Stillstand und Umkehr kommen können, wie die ungleichen Gewichte wechseln, zweitens, weil eine grössere Masse, als das Versetzte, zu bewegen ist. Füllten wir nun die Wagschalen mit Wasser an, und setzten wir durch einen Saug- und Spritzapparat in bestimmtem Zeitmaasse einen kleinen Theil des Inhaltes um, so würden wir den Wagebalken nicht nur immer hinter den Bewegungen des Apparates her die seinigen machen sehen, sondern auch in langsamerem Wechsel, so dass bei längerer Fortsetzung des Experimentes immer nach gewissen Zeitabständen einige Schwankungen des Balkens den vom Apparate geforderten entgegengesetzt sein würden. Es würde ein paarmal die Schale sinken, aus welcher Wasser gesogen, die andere steigen, in welche es gespritzt würde, bis sich hinterher wieder ein richtiges Zusammenfallen herstellen könnte.

Sähen wir nun etwas Derartiges bei der Vergleichung der Ostseespiegelschwankungen mit den Mondstellungen und seinen Kraftwechseln, so wäre das wohl ein handgreiflicher Beweis dafür, dass wir es bei ersteren mit einer Gleichgewichtsstörung der Erde und mit einer Hin- und Herversetzung eines kleinen Gewichtsantheiles ihrer Nord- und Südgewässer zu thun hätten, und es stände eine Erscheinung vor uns, ohne deren richtige Würdigung ein wahres Verständniss des Ganzen unmöglich wäre.

Fassen wir zuerst einmal die drei flachen Abweichungen des Perigäums nach Norden ins Auge, so finden wir, dass ihnen jedesmal 4 Jahre hintereinander höhere Seespiegel entsprechen.

Die erste dieser Abweichungen liegt von Mitte 1812 bis Anfang 1817. Sie wird begleitet von 4 Jahren höheren Wasserstandes, welche bei Memel von 1814 bis Ende 1817, bei Pillau und Swinemünde bis 1818 reichen.

Die zweite Abweichung dieser Art liegt von Anfang 1830 bis Anfang 1835. Ihr parallel findet sich ein höherer Seespiegelstand, welcher sich bei Swinemünde 1830 und 31, bei Pillau 1832 und 33, an allen drei Orten 1834, bei Memel und Pillau bis 1836 zeigt.

Die dritte flache Abweichung beginnt Mitte 1847 und reicht bis Ende 1852. Mit ihr zugleich liegen die 4 Jahre höheren Wassers 1849 bis 1852 inkl.

Der vierte flache nördliche Bogen reicht von Mitte 1864 bis Mitte 1870.

Ihm entsprechen die gleichzeitigen höheren Wasserstände der finnische Stationen von 1866 bis 1869 inkl.

Sehen wir uns weiter die drei schärferen nördlichen Schlingen der Bahn des Perigäums an, bei denen also der Mond viel rascher zur Abweichung vom Aequator dorthin und zugleich zu bedeutenderen Abständen kommt.

Die erste dieser Schlingen liegt von Ende 1820 bis Ende 1824. Rascher nach ihrem Beginne anfangend und zu grosser Höhe plötzlich anspringend liegen mit ihr gleichzeitig die hohen Spiegelstände 1821, 1822, die bei Memel noch 1823 in einem Reste vorhanden sind.

Die zweite scharfe nördliche Schlinge reicht von Ende 1838 bis Mitte 1842. Wir sehen wieder schon 1840 den Seespiegel plötzlich um 4 Zoll steigen, und die Jahre 1841 und 42 würden gleichfalls höheres Wasser aufweisen, wenn sie nicht in die unglückliche Lücke der Diskussionen fielen, welche Lücke auszufüllen wohl nun sehr zweckmässig wäre.

Die dritte plötzlichere Ausbiegung der Perigäumsbahn nach Norden reicht von Ende 1856 bis Anfang 1860. Mit ihr zusammen fallen die hohen mittleren Seestände von 1858 und 59 durch alle Kolumnen.

Wenn wir nunmehr zu einer Vergleichung der verschiedenen so hervorgehobenen höheren Seespiegelstände unter sich schreiten, so bemerken wir bald, dass die höchsten wiederkehren, wie die nördlichen Abweichungen des Perigäums von der Ekliptik, aber in Zwischenräumen von um ein Jahr grösserer Länge, nämlich nach 7 statt nach 6 Jahren, wenn wir den nördlichsten preussischen Beobachtungsort, Memel, befragen. Dort fällt ein erster solcher höchster Seestand auf das Jahr 1815, ein zweiter auf 1822, ein dritter auf 1829, ein vierter auf 1836, ein fünfter wahrscheinlich auf 1843, ein sechster auf 1850, von wo an sich diese Folge nicht weiter findet, noch finden kann. Wenn nämlich die Summirung der Effekte, von 6 zu 6 Jahren in gleicher Weise erfolgend, jedesmal erst ein Jahr oder einen grossen Theil eines Jahres (denn das tritt bei blossen Jahresmitteln nicht hervor) nach ihrem Ende zur Umkehr kommt, so findet schon nach 3 mal 6 Jahren eine der Art grosse Verschiebung von Ursachen und Wirkungen gegeneinander statt, dass letztere um 3 Jahre in den Ephemeridenbogen hineingeschoben erscheinen, welcher ihr Gegentheil erzeugen sollte, ihn also ganz erfüllen. Das muss zu starker Verdeckung der Regelmässigkeit führen und unser Verständniss derselben für den Augenblick sehr erschweren, ist aber, wie vorher erwähnt, in der That eins der bedeutsamsten Beweismittel für die richtige Auffassung der ganzen Schwankungserscheinung.

Dass es sich um eine Gleichgewichtsfrage der Halbkugeln handelt, liegt nämlich so auf der Hand; dass dieses Gleichgewicht vom Monde gestört werde, ist aus der übereinstimmenden Wiederkehr der Mondstellungen und Spiegelwechsel ebenso augenscheinlich folglich muss er Wasser versetzen, was zu beweisen war.

Mit der Erkenntniss eines langsameren Ganges der Gleichgewichtsschwankungen im Vergleiche zu den veranlassenden Lagen des Perigäums ist also ein Schlüssel zu richtiger Beurtheilung gegeben. Eine Verschiebung durchweg findet statt. Wenn je 6 Jahre einen Wechsel der Mondstörungen, je 7 Jahre einen solchen der Wasserstände bezeichnen, so müssen in 42 Jahren 7 der ersten, 6 der zweiten Art liegen, und muss nach einem solchen Zeitraume ein ganz ähnlicher Wechsel der Spiegelhöhen wiederkehren. Wenn das Verhältniss von 6 zu 7 nicht ganz richtig ist, wie sich das bei den Berechnungen mittlerer Spiegel für ganze Jahre nicht genau feststellen lässt, so muss das nach Ablauf eines 42jährigen Turnus hervortreten. Ein solcher ist, vom Jahre 1821 anfangend, im Jahre 1863 zu Ende. In beiden Jahren nun sehen wir eine 2jährige Reihe höherer Seestände beginnen so ähnlich, wie es die gerade auf den Halbkugeln entgegengesetzt liegende Mondkurve gestattet, und in den folgenden Jahren findet gleichfalls genau in der Zeit übereinstimmend dasjenige statt, was die entgegengesetzten Bahnbogen des Perigäums verlangen.

Kommen wir nun auf die Abweichungen der Bahn des Perigäums südlich des Aequators.

Betrachten wir ihre Gestalt, so finden wir, dass sie sämmtlich, die flachen wie die scharfen Schlingen, plötzlicher einsetzen, d. h. dass die Abweichungen des Perigäums vom Aequator rasch zunehmen und ein Maximum erreichen, nachher aber langsam abfallen. Diese Konfiguration hängt natürlich mit den Orten der Knoten von Mondbahn und Ekliptik zusammen, und sie wird sich nach einer gewissen Anzahl von Perioden in ihr Gegentheil verkehren, bei welchem dann die nördlichen Schlingen die jetzige Gestalt der südlichen annehmen müssen.

Die Berücksichtigung des hier vorliegenden Verlaufs der südlichen Bogen ist, wie wir gleich sehen werden, sehr nöthig, weil durch ihn eine auf den ersten Blick befremdende Erscheinung in den Wasserstandsreihen erklärt wird.

Wenn wir parallele Reihen südlicher mittlerer Wasserstände hätten, so würden wir an ihnen die Veränderungen sehen, wie sie den schon besprochenen Verhältnissen entsprächen. So aber müssen wir dieselben aus

den nördlichen Reihen erschliessen, und dabei haben wir noch ein n leicht verwirrendes Zusammenwirken von Umständen in aufmerksame wägung zu ziehen.

Da die mittleren Seespiegelhöhen des Jahres der Durchschnitt einzelnen täglichen Wasserstände sind, so influirt auf dieses Mittelmaass Wasserstand eines einzelnen Tages. Dieser vorübergehende Wasserstan aber für einen Beobachtungsort abhängig von der Höhe jeder einz Flut, welche ihn erreicht. Wenn daher das Perigäum südlich stark Aequator abweicht und die Gipfel seiner höchsten direkten Fluten weit ihm vorbeiführt, so passiren die Gipfel seiner indirekten ebenso weit lich des Aequators vorbei und werden an einem Pegel zur Anrechnung langen, ob sie gleich nur kurzdauernde Wasserstands-Erhöhungen er haben.

Wenn ferner das Perigäum nur geringer südlich abweicht und weniger Wasser nach Süden verschiebt, oder eigentlich Wasser wei südlich, so muss sich das an einem nördlichen Pegel durch eine Zuna oder eigentlich Nichtabnahme, der Spiegelhöhe, d. h. in einem Minderm des Sinkens bekunden, um so mehr, als die grössere Wasserfläche der lichen Halbkugel stärker auf die kleinere der nördlichen wirkt, wie oben berechnet ist.

Mit diesen Erwägungen und den vorher besprochenen Verschiebu der Folgen gegen die Ursachen vor Augen, werden wir den Ostseesp ebenso regelmässig und regelrecht den südlichen Schlingen der Perigä bahn folgen sehen, wie den nördlichen.

Jede derselben begleitet eine Lücke in den höheren Wasserstär also ein Raum tieferer. Der erste, gleichzeitig mit der ersten we Ausbiegung nach Süden, reicht von Anfang 1818 bis Ende 1820. An 1817 schreitet das Perigäum sehr rasch bis zu grosser Ausweichung Süden vor. In Folge dessen sehen wir, wie bei den sämmtlich scharf ginnenden südlichen Schlingen, den nördlichen Wasserspiegel stehen blei bei Pillau und Swinemünde sogar um 2 bis 3 Zoll wachsen, weil die h nördlichen indirekten Fluten des weit südlich liegenden Perigäums n bloss die Spuren der Wasserversetzung nach Süden in der Ostsee verdec sondern dieselbe im Gesammteffekte übertreffen. Das kann aber nur kurze Zeit geschehen, und schon im Jahre 1818 nimmt der Seespiegel 5, 3 und 2 Zoll, in den beiden folgenden Jahren entsprechend weiter al

Die zweite Abweichung nach Süden, eine flache, beginnt mit Ende 1824 und schliesst mit dem ersten Drittel des Jahres 1830.

Anfang der Ausbiegung ist scharf, daher haben wir den einjährigen höheren Wasserspiegel des Jahres 1825. Dieser erscheint allerdings über die Maassen hoch, allein hierzu haben wir glücklicherweise die Erklärung. Wenn wir uns die auf derselben Tafel II reproduzirten Berghaus'schen Kurven der Gesammt-Spiegelstände der Ostsee ansehen, so werden wir finden, dass die Jahre 1824 und 25 in ihrem gemeinschaftlichen Winter, und 1825 noch im Frühlinge, in gewaltig hochgehenden Oszillationen die Spuren starker Stürme und stetiger heftiger Westwinde an sich tragen, welche letzteren wiederholt das Wasser in den Häfen Memel und Pillau monatelang bedeutend an den Pegeln hinauftrieben. Die jährliche Mittelzahl des Wasserstandes musste so auch ungebührlich gesteigert werden und blieb kein richtiger Ausdruck des wahren Verhältnisses. Die Jahre 1827, 28, 29 und 30 zeigen nun, der Erwartung zuwider, eine theils stetige, theils schwankende Zunahme der Spiegelhöhe. Dass in der That eine der südlichen Lage des Perigäums entsprechende Minderung des Wasserstandes stattfindet, tritt deutlich genug darin hervor, dass die Steigerung 2, 3, 4, 5, 6 und 7 Zoll hinter den Höhen zurückbleibt, welche wir früher und später bei nördlichen Schlingen finden, aber trotzdem befremdet es uns, überhaupt eine zu sehen. Zählen wir indessen die 3jährigen Bögen hin und her gehender Wechsel von Perigäum und Ekliptik, so finden wir deren vom Anfange der Serpentinen an 6, also 3 ganze Perioden von je 6 Jahren, während welcher die Schwankungen, nach dem vorhin Besprochenen, um 3 Jahre gegen die Ephemeridenlinie zurückbleiben. Wir haben also in den Jahren 1827, 28, 29 und 30 wirklich die letzte verzögerte Schwankung nach Norden vor uns, von welcher sich die südlich versetzte Wasserschicht subtrahirt. Erhöht wird die anfangs auffallende Beträchtlichkeit des Restes ohne Frage dadurch, dass das w e n i g südlich abweichende Perigäum w e n i g Wasser versetzt. Dafür, dass wir hier nur hauptsächlich ein Verzögerungs-Phänomen vor uns haben, spricht auf's deutlichste der Umstand, dass dicht hinterher, in den Jahren 1831, 32 und 33, sich die wirklich frühere Wasserversetzung nach Süden in einem solchen Maasse geltend macht, um die Rückversetzung nach Norden nicht zur fälligen Zeit, in den Jahren 1832 und 33, sichtbar werden zu lassen. Sie erscheint noch einmal, wenn auch natürlich um weniger Zeit, verschoben.

Beim Beginne der dritten, einer scharfen und mehr plötzlichen Abbiegung der Perigäumsbahn nach Süden, von Anfang 1835 bis Ende 1838, fällt das gedachte charakteristische Anfangsjahr höheren Wasserstandes auf das letzte der unmittelbar vorhergehenden Wasserversetzung nach Norden.

Das Jahr 1836 hat in Folge dessen einen besonders hohen mittlere Spiegel, welchen bei Memel und Pillau aber wieder Westwinde des Frühlin und Herbstes steigern, wie die Berghaus'schen Kurven darthun. Hinterh wird die Wasserversetzung nach Süden bis zum Jahre 1839 inkl. sel deutlich bemerkbar.

Die vierte Schlinge nach Süden reicht von der Mitte des Jahres 184 bis zur Mitte 1847. Hier verhindert uns die Lücke in den Diskussion an der vollständigen Vergleichung. Das Jahr 1846 aber zeigt uns seinem höheren Niveau noch den Rest der jetzt natürlich früher liegend Erscheinung, welche wir bei der gleichen Sachlage der zweiten flachen sü lichen Abweichung so eben besprochen haben. Der nothwendig nachfolgen tiefe Seespiegel fällt auf die beiden Jahre 1847 und 48.

Der folgende fünfte südliche Bogen, ein scharfer, reicht von Ende 185 bis Ende 1856. Sein Jahr mit vorübergehend höherem Seespiegel fä auf 1854. Von den drei nachfolgenden Jahren mit nothwendig tiefere Wasserstande zeigen die beiden ersten denselben nicht in dem Maasse a nehmend, wie es erwartet werden sollte, sondern durch alle Kolumnen hi durch im zweiten Jahre eine Steigerung von 1 bis 2 Zoll. Hierbei hab wir uns an das über die nördlich stark abweichenden indirekten Mondflut und abermals an das über die zögernde Nachfolge der Wirkungen Gesag zu erinnern, um die Sachlage nothwendig zu finden. Hinterher ist no ein Jahr lang, 1857, tiefes Wasser, also zu Anfang der neuen Versetzu nordwärts, und dieses der südlichen Schlinge nachfolgende Ebben ist gleic falls noch deutlich sichtbar an der schwächeren Erhöhung des Seespiege welche die hinterher liegende nördliche scharfe Ausweichung erzeugt.

Der sechste und letzte südliche Bogen der Perigäumsbahn liegt vo ersten Drittel des Jahres 1860 bis zum letzten des Jahres 1864. D regelmässige Anfangsjahr mit höherem nördlichen Wasserstande fällt seine gewöhnliche Stelle, hier auf 1861. Es tritt weniger hervor, als sei Vorgänger, theils, weil die südliche Ausweichung weniger plötzlich ist, a früher, theils, weil die vorübergehende Steigerung sich nicht zu höhere Spiegel addirt, wie 1836, und vielleicht keine Windwirkungen die See lok erhöhten, wie 1825. Da dieser südliche Bogen wegen Verschiebung auf d Ekliptik weniger scharf ist, als seine beiden gleichnamigen Vorgänger, d Perigäum also weniger ausweicht und rascher sich wieder dem Aequat nähert, so sehen wir die See in Folge dessen anfänglich weniger plötzli und weniger hoch steigen. Die südliche Versetzung ist schwächer und dah die Annäherung des Perigäums an den Aequator von einem hohen Spieg

begleitet. Die ganze Erscheinung müsste aber doch wohl ihren Vorgängerinnen von den Jahren 1828 und 29 besser entsprechen, als sie es thut, und so haben wir im Jahre 1863 vielleicht wieder Westwinde, welche die ganze Ostsee zeitweise auffüllten, für den raschen und kurzen Zuwachs an Wasser verantwortlich zu machen. Darüber würde wohl leicht eine Befragung der Gesammtwasserstände des Jahres aufklären, welche uns indessen für jetzt nicht möglich ist.

Wenn wir nun noch auf einige, bis jetzt nicht hervorgehobene, mit den Mondkonstellationen übereinstimmende Regelmässigkeiten der Wechsel in den mittleren jährlichen Ostseespiegel-Ständen hinweisen, so wird das nur förderlich sein können zur Befestigung der Ueberzeugung von einem genauen Zusammenhange beider.

Sehr deutlich tritt uns, namentlich bei Swinemünde, die von 6 zu 6 Jahren wiederkehrende grösste Ausweichung des Perigäums von der Ekliptik entgegen, welche jedesmal von einem höheren Seespiegel begleitet ist. Es ist das auch in den beiden andern Häfen der Fall, aber an genanntem Orte stehen, aus später anzuführendem Grunde, diese höheren Spiegel mehr isolirt da. Die erste in unsern Kolumnen sichtbare Kongruenz dieser Art fällt in das Jahr 1816. Sechs Jahre weiter, 1822, fällt die zweite, abermals sechs Jahre später, 1828, die dritte, 1834 die vierte, 1840 die fünfte, 1846 die sechste, 1852 die siebente, 1858 die achte, 1864 die neunte, welche letztere allerdings in ein paar südlichen Häfen der langen Reihe, unter andern auch in Swinemünde, nicht hervortritt, was auf den Gedanken leitet, dass Südwinde des Jahres den Wasserstand dort scheinbar verringert haben, eine Sache, über welche wir noch weiter zu reden kommen müssen. Zeiträume von 18 Jahren zwischen gleichen und ähnlichen Seespiegelhöhen liegen schon in den oben aufgezählten und sonst durchhin sichtbaren Abständen von 6 Jahren ausgesprochen, solche von 8 bis 9 Jahren, dem ungefähren Abstande der Wiederkehr des Perigäums zu gleicher Stelle der Ekliptik, wenn auch zu verschiedener nördlicher und südlicher Lage zu deren Zug, finden sich überall und bieten sich dem suchenden Auge ohne weiteres dar. Kurz, man sieht, trotz der Verwickelung der Erscheinungen, die durch das Durcheinanderlaufen der 6 und 9jährigen Perioden entstehen, so klar als möglich, dass hier keine Rede von Bodenoszillationen oder Winden als alleinigen Veranlassern der schwankenden Jahreskurven die Rede sein könne, sondern dass die Stellungen des Mondes zur Erde hauptsächlich zu Grunde liegen.

Die bei Vergleichung der verschiedenen Häfen untereinander hervor-

tretenden Ungleichmässigkeiten würden hier eine Erörterung ihrer Ursachen erfordern; da wir aber bald noch einmal auf diese Abweichungen zurückzukommen haben, so bleibt deren Besprechung besser ganz bis dahin verschoben.

Die Ueberzeugtheit des Lesers von dem wirklich ganz und gar maassgebenden Einflusse des Mondes rücksichtlich der Hauptschwankungen, d. h. derer der ganzen Ostsee, wird sich noch befestigen durch folgende Betrachtung.

c) Die Mondkonstellationen verglichen mit den Berghaus'schen Kurven sämmtlicher und den Moberg'schen monatlicher Oszillationen, im Anschlusse an das bei dem Sydney'er Jahrgange Gefundene.

Wenn wir die aus dem Jahrgange der Sydney'er Maschinenzeichnung gewonnene Kurve 3 der Tafel I, welche die australischen Niveauwechsel des Meeres nach Nord- und Südstand des Mondes darstellt, auf dieselbe Länge bringen, wie ein Jahr der auf Tafel II kopirten Berghaus'schen Kurven der Jahre 1811 bis 40 incl., so nimmt sie eine Gestalt an, welche einem dieser letzteren Jahresbilder vollkommen ähnlich sieht. Sollte denn nun nicht, fragten wir uns, ein gemeinsamer Grundzug in je zwei Kurven der Nord- und Südhemisphäre, die unter gleichen Mondkonstellationen entstandene Seespiegel-Schwankungen darstellen, nothwendigerweise herrschen müssen, da ja gleichzeitige direkte und indirekte Wellen vollkommen gleichgestaltet und nur ein wenig an Höhe verschieden sind? Wenn das aber der Fall wäre, so folgte daraus der innigste Zusammenhang aller und jeder, auch der kürzesten Seespiegelschwankung beider Halbkugeln mit den Wechseln in Mond- und Sonnenanziehung ganz in der Weise, wie er für die Südhalbkugel **allein** schon aus der australischen Jahreskurve nachgewiesen ist.

Die Sache ist also der genauesten Untersuchung werth.

Eine solche nun erfordert eine noch schärfere Markirung der Bewegungen des Perigäums, als die oben gegebene und durch Serpentinen ausgedrückte.

Diese schärfere Darstellung haben wir in der rechten unteren Ecke unserer Tafel II auf graphischem Wege bewerkstelligt. Sie umfasst die 63 Jahre von 1811 bis 1873 inkl. Jeder der 63 kleinen Kreise stellt die Mondbahn oder auch die Ekliptik vor, und in jedem ist, genau nach Hansen's „Tables de la Lune“, durch ein breiteres schraffirtes Dreieck der

Ort bezeichnet, wo das Perigäum in dem darüber angegebenen Jahre liegt, und der Weg ausgedrückt, welchen es im Mittel im Laufe des Jahres zurücklegt. Das schmälere schraffirte Dreieck gibt den gleichzeitigen kürzeren und entgegengesetzten Weg des aufsteigenden Knotens an. Die Richtungen beider Bewegungen sind am ersten Kreischen durch Pfeile angedeutet. Die wagerechte Linie in jedem der Bahnbilder ist die Durchschnittslinie der Ebenen der Ekliptik und des Aequators; die Buchstaben N und S deuten auf die Lage der ersteren über Nord- und Südhalbkugel.

Jede wagerechte Reihe von Kreisen umfasst 9 Jahre, je zwei Reihen enthalten also deren 18 oder die Periode, nach welcher fast genau die gleichen Lagen von Perigäum und Knoten zu einander in Rücksicht auf die Erde wiederkehren. Die einander entsprechenden in den sieben wagerechten Reihen sind vorn durch * oder + bezeichnet.

Wenn man die senkrechten Reihen hinunterblickt, so findet man jedesmal nach Ueberspringung eines Kreises die vorige Figur wieder; nur erscheinen die beiden Dreiecke oder Kreisausschnitte, zwar in derselben Lage zu einander, ein wenig um das Zentrum des Kreises von Osten nach Westen gedreht, als wenn sie, wie die zwei Uhrzeiger, um eine gleiche Strecke rückwärts gestellt wären. Die Ursache dieser kleinen Verschiebung ist oben erklärt worden.

Der uns bei dieser Darstellung leitende Ideengang war, wie schon angedeutet, nachstehender. Wenn, wie wir behauptet und schon für die jährlichen mittleren Ostseespiegel-Stände bewiesen haben, das Perigäum durch seine Lage über Nord- und Südhemisphäre über die Wasserversetzung des Jahres durch den Mond entscheidet, wenn diese aber der mittlere Werth mehrfacher Schwankungen ist, wie es der australische Kurvenjahrgang gezeigt hat, bei welchem sich diese Schwankungen aus dem Zusammenwirken von Mond und Sonne genau ableiten liessen, so müssen sich aus diesem Zusammenwirken auch die Schwankungen innerhalb des Jahres für jedes Meer der nördlichen Halbkugel, also auch für die Ostsee ableiten lassen, da sich direkte und indirekte Fluten stets in gleicher Weise entsprechen. Sie müssen demnach in gleicher oder sehr ähnlicher Gestalt in allen den Jahren wiederkehren, in welchen Perigäum und Knoten dieselbe oder fast dieselbe Lage auf der Ekliptik (oder Mondbahn) haben. Da aber die Lage der Knoten nur zu einer grösseren oder kleineren Abweichung des Mondes nördlich oder südlich des Aequators führt, mithin nur mindernd oder mehrend auf das einwirkt, was durch die Lage des Perigäums auf der Ekliptik hauptsächlich hervorgerufen wird, so wird man auch hauptsächlich nach einer Gleichlage

dieses letzteren sich beim Aufsuchen der Jahre gleicher oder ähnlicher Seespiegel-Schwankungen zu erkundigen haben.

Wir besitzen glücklicherweise die Berghaus'schen Bilder sämmtlicher Schwankungen des Ostseespiegels bei Memel, Pillau und Swinemünde von 30 Jahren, von welchen wir die der beiden ersteren Orte auf Tafel II kopirt haben. Wir besitzen ferner in Ziffern die monatlichen Schwankungen in fünf finnischen Häfen für 13 Jahre, an neun dortigen Oertlichkeiten für 5 Jahre. Zwischen den Berghaus'schen und finnischen Jahreskurven liegt ein betreffs der kürzeren Schwankungen ununtersuchter Raum von 17 Jahren, folglich umspannt auch der hier zur Vergleichung vorliegende im ganzen 60 Jahre.

Bleiben wir vorerst bei den Berghaus'schen Oszillationsbildern. Zur grösserer Bequemlichkeit der Uebersicht und Vergleichung ist unter jedem Jahre die zugehörige Zeichnung wiederholt, welche Ort und Weg des Perigäums darstellt.

Gehen wir (aus bald ersichtlichem Grunde) bei unserem Schema der Perigäums-Oerter und -Wege vom Jahre 1870 aus, springen bis zur fünften Horizontalreihe zurück, welche in die Berghaus'schen Kurven fällt, und suchen nach der ähnlichen Figur. Der senkrecht über 1870 stehende Kreis 1834 zeigt uns zwar dieselbe Lage von Perigäum und Knoten zu einander, aber diese Lage bedeutend westlich zurück verschoben. Dagegen zeigt uns das Jahr 1835 fast denselben Jahresweg und -Ort des Perigäums, wie 1870, nur ein wenig gegen dieses Jahr östlich vorwärts liegend. Ueberspringen wir wieder eine Horizontalreihe, so finden wir im Jahre 1817 dieselbe Figur, wie bei 1835, nur ein wenig rückwärts gedreht.

Sind nun die Jahreskurven des Ostseespiegels ein Ausdruck der in der Figur angegebenen kosmischen Verhältnisse, so müssen sich diejenigen von 1835 und 1817 ähnlich sein, und werden nur die einzelnen Ausbiegungen der Linie von 1817 um die Zeitstrecke einiger Monate weiter im Jahre zurückliegen. Das trifft denn richtig zu und ist dem Auge für den allgemeinen Gang der beiden Kurven sofort deutlich. Wenn wir die Hauptschwingung des 1817er Spiegels um 2 und 3 Monate zuruckverlegen, so kommt die 1835er Kurve heraus.

Bei dieser Parallelisirung stören uns freilich sehr die plötzlichen und tiefen Zickzacksprünge in Folge von wechselnden starken Winden, und wir thun wohl daran, sie zu beseitigen. Dieses ist auf nebenstehender kleineren Tafel geschehen, welche uns die ruhigeren Linien mittlerer monatlicher Spiegelhöhen vorführt, so wie sie, wenigstens annähernd richtig, nach der

hier weggebliebenen Swinemünder Kurve korrigirt*) sich darstellen. Da ist denn die Aehnlichkeit unverkennbar, und sie setzt sich durch die weiter nach dem astronomischen Schema einander entsprechenden Jahre fort. Das Jahr 1834 wiederholt in Hauptzügen die Seespiegel-Bewegung von 1816, das Jahr 1833 die von 1815, das Jahr 1832 die von 1814, 1831 die von 1813, 1830 die von 1812, 1829 die von 1811, welche letztere indessen, wie weiter unten zu besprechen, an einer Fehlerhaftigkeit leiden muss.

Ganz in derselben Weise findet sich die gedachte Uebereinstimmung zwischen 1836 und 1818, 1837 und 1819, 1838 und 1820, 1839 und 1821, 1840 und 1822, womit dann die Grenzen der Berghaus'schen Kurven erreicht sind.

Bei den drei letztgenannten Jahren 1838, 39 und 40 fällt uns auf, dass die Uebereinstimmung ihrer Schwankungs-Linien mit denen von 1821, 22 und 23 noch grösser ist, als die vorgenannte. Es ist das aber nicht etwa ein Widerspruch gegen die Richtigkeit unseres Vergleichungsprinzips, sondern im Gegentheile eine Bestätigung derselben, wie sich bald noch weiter finden wird. Nach dem Schema müssen sich benachbarte Jahre immer sehr ähnlich sein, und die Wiederholung der gleichen astronomischen Sachlagen erfolgt nicht nach 18 Jahren, sondern nach 17 und einem Bruchtheile, wesshalb denn zuweilen die mehr gleichen Spiegelbewegungen nur 17 Jahre auseinander liegen können. Ein solcher Fall ist der von 1838 und 21 u. s. w.

Schreiten wir nun zur Vergleichung der 13 finnischen Jahreskurven Moberg's mit denen von Berghaus.

Das letzte finnische Jahr ist 1870, welcher Umstand vorher den Ausgangspunkt bestimmte. Die Lage des Perigäums in demselben passt, wie gesagt, am besten zu der von 1835, nur liegt es in letzterem Jahre dicht vor seinem absteigenden Knoten, weicht also wenig von der Ekliptik ab und bewirkt nicht so entschiedene Kurvenschlingen, wie im Jahre 1870, wann es sich theils in grösster nördlicher Abweichung befindet. Dieses nebst der 3 monatlichen Verfrühung der 1835er Kurvenbewegungen berücksichtigt, haben wir wieder die vollständigste Uebereinstimmung des ersten nach dem astronomischen Schema zusammengehörigen Spiegelpaares, wie die kleinere Tafel nachweist, auf welcher die finnischen Kurven immer senkrecht unter den entsprechenden Berghaus'schen stehen. Die Aehnlichkeit geht sodann

*) An späterer Stelle müssen wir auf diese Korrektur, d. h. auf die Verschiedenheit der Windspuren in verschiedenen Häfen zurückkommen.

weiter nach Maassgabe der gedachten, in den Kreisen ersichtlichen Modifikationen der Mondausweichungen, wobei wir freilich nicht vergessen dürfen, dass die in den Parallel-Jahren ungleiche vor- und rückläufige Bewegung des Perigäums nothwendig andere Verschiebungen der Kurvenschlingen mit sich bringen muss, die zu Verunähnlichungen der Jahreskurven führen, insofern es die Grösse der monatlichen etc. Schlingen betrifft. 1869, um 3 Monate etwa vorwärts geschoben, passt zu 1834, 1868 zu 1833, 1867 zu 1832, 1866 zu 31, 65 zu 30, 64 zu 29, 63 zu 28, 62 zu 27, 61 zu 26, 60 zu 25, 59 zu 24, 58 zu 1823.

Wenn somit die vollständigste Beherrschung der Ozeane durch die Mondanziehung feststeht, wenn die durch sie veranlassten direkten und indirekten Fluten stets in gleichem Verhältnisse wachsen und abnehmen und demgemäss die Meeresspiegel beider Halbkugeln der Erde gleichzeitig gleich influiren, so folgt daraus, dass die kürzeren Oszillationen der Nordmeere genau den gleichzeitigen der Südmeere an Gestalt gleichkommen müssen.

Da wir nun die Jahreskurve der Südmeere im Jahre 1871 kennen (die 2. Kurve auf unserer Tafel I), so können wir sie mit einer nördlichen parallelisiren. Wir haben zwar die finnische Kurve für 1871 nicht vor uns, denn sie ist noch nicht publizirt; wir sehen aber am Schema, dass 1871 in Betreff der Lage des Perigäums zu 1836 und 1818 passt, nur dass bei 1871 die Spiegelschwankungen gegen 1836 um 3²/₃ Monate, gegen 1818 um 1 oder 2 rückwärts verschoben werden müssen. Mit dieser Verschiebung unter beide genannten Jahreskurven der Nordhemisphäre gestellt, wie es auf nebenstehendem Vergleichungstäfelchen für 1836 geschehen ist, zeigt sich uns die Identität sofort. Der beginnende hohe Spiegel des März 1871 fällt 1836 schon Ende November des Vorjahres, 1818 in den Januar desselben Jahres.

Memel'er Kurve von 1836.

Sydney'er Kurve von 1871.

d) Das Schema der Jahresschwankungen.

Die oben zur Erklärung der australischen halbmonatlichen Seespiegel-Schwankungen angestellten Erörterungen über das Zusammenwirken von Mond und Sonne geben uns nun auch Anleitung, aus dem Schema der

Mond- und Sonnen-Konstellationen das der Jahreskurve der Ostsee den Hauptzügen nach konstruiren zu können.

Wir haben damals gesehen, dass die Höhe des jeweiligen Seespiegels, ausser von der Lage des Perigäums, hauptsächlich davon abhängig war, ob die Sonne der stärkeren Wirkung des Mondes durch Erweiterung seines Abstandes von der Erde entgegenwirkte, oder sie wie jenen unverändert liess. Die ungeschwächte Anziehung des Mondes fiel an die Stellen seiner Bahn, welche rechte Winkel mit dem gleichzeitigen Sonnenstande in der Ekliptik bildeten. Wenn wir das festhalten, so werden wir im Stande sein, die Hauptwölbungen nach oben in den vier Jahreszeiten jedes der hier in Kurven dargestellten Jahre mit Verständniss der Ursachen zu verfolgen, wie es in nachstehendem Ueberblicke geschehen.

Im Jahre 1811 fällt die gedachte rechtwinklige Stellung von Mond- und Sonnenanziehung zu einander in den Spätfrühling, Vorsommer, Spätherbst und Winter, folglich haben wir zu diesen Zeiten den höchsten Wasserstand der Ostsee.

1812 fällt dieses gegenseitige Verhalten in den Nachsommer, daher dort das hohe Wasser.

1813 wirken Mond und Sonne senkrecht zu einander im Nachwinter und Herbste, folglich haben wir dort die Aufwölbungen der Kurve.

1814 findet die betreffende rechtwinklige Lage im Frühlinge und Herbste statt; das Perigäum selbst wirkt im Sommer, und durch seine indirekten Wellen im Winter: folglich haben wir eine mehr horizontale Seespiegellinie.

1815 fällt die rechtwinklige Wirkung in den Frühling; das Perigäum liegt mit seinen direkten Wellen auf dem Nachsommer: daher dort die hauptsächlichen Steigerungen der Spiegelhöhe.

1816 haben wir den Einfluss des Perigäums im Frühlinge und Herbste (schwach wirksam), die rechtwinklige Stellung im Sommer und Winter, folglich ist die Jahreskurve ziemlich ruhig.

1817 haben wir die erste rechtwinklige Lage im Nachwinter und Frühlinge, dort zugleich Steigerung der Seehöhe durch die indirekten Wellen des Perigäums, desshalb sehr hohes Wasser. Die zweite rechtwinklige Lage fällt in den Nachsommer, daher daselbst wieder eine kleinere (durch Wind gestörte) Steigerung bemerklich wird.

1818 wirken Mond und Sonne rechtwinklig zu einander im Frühlinge und Herbste, die indirekten Wellen des Perigäums steigern die Seehöhe im Sommer, und so liegt denn hoher Spiegel auf diesen drei Jahreszeiten.

1819 fallen die rechtwinkligen Richtungen der Anziehungen in den Frühling und Spätherbst, die indirekten Wellen des Perigäums in den Sommer und Winter: daher haben wir vier deutliche, etwa gleichhohe Aufbauschungen der Kurve.

1820 findet nichtbeeinflusste Mondwirkung im Sommer, Steigerung durch indirekte Wellen im Spätfrühlinge und Herbste statt; in Folge dessen haben wir an diesen Stellen der Kurve Hochsee.

1821 treffen die indirekten höheren Wellen des Perigäums auf den Frühling, die ungeschwächten Mondanziehungen auf den Sommer und Winter, wozu die Kurve vollkommen passt.

1822 wirken Mond und Sonne rechtwinklig im Nachwinter und Frühlinge, sowie im Nachsommer und Herbste: deshalb haben wir zwei breitere entsprechende Kurvenschlingen.

1823 rufen rechtwinklige Lagen im Frühlinge und Herbste, direkte Hochwellen des Perigäums im Sommer und Winter hohes Wasser hervor.

1824 fallen die rechtwinkligen Anziehungen auf späten Frühling und späten Herbst. Nur zu letzterer Zeit finden wir die entsprechende Aufwölbung der Kurve; zu der ersteren hat offenbar eine Ostströmung des Windes den Spiegel dauernd gedrückt, denn er steigt Ende Frühlings von der Depression plötzlich empor.

1825 haben wir die beiden rechtwinkligen Lagen von Sonne und Perigäum in den beiden Winterhälften zu Anfang und Ende des Jahres und im Sommer. Damit stimmt die Kurve.

1826 liegen in der Jahreskurve im Nachfrühlinge und Herbste stärkere Anziehungen ausgesprochen im Einklange mit der Zeitlage der indirekten Wellen des Perigäums und der ungeschwächten Mondanziehung.

1827 erzeugen die rechtwinkligen Anziehungen im Vorfrühlinge und Spätherbste, die direkten Wellen des Perigäums im Sommer, als sehr wenig geschwächt, kleine Steigerungen.

1828 sprechen sich die rechtwinkligen Lagen im Frühlinge und Herbste, die grösste nördliche Abweichung des Perigäums im Sommer durch einen hohen Gesammtspiegel aus.

Das Jahr 1829 wiederholt fast genau das Jahr 1811 mit einer sehr merklichen Verfrühung der kosmischen Verhältnisse und Spiegelbewegungen der Ostsee bei Memel und Pillau, und so wiederholen in allen Hauptsachen die folgenden Jahre bis 1840 inkl. der Reihe nach die von 1812 bis 1822 inkl., wobei die erwähnte Vorschiebung natürlich stets hervortritt.

Es ist vielleicht nützlich, zu wiederholen, dass man bei der Ueberein-

stimmung zwischen Schema und Wasserstands-Kurve nur an die allgemeinen **Züge für einen Hafen** denken darf, da an verschiedenen Orten schon **allein** die zeitweise verschieden gefrorene See und besonders die verschieden exponirte Lage bei stehenden Winden Abweichungen herbeiführen müssen, **die** zur Vernähnlichung der Kurven viel beitragen werden.

e) Wie stimmen die Schwankungen der mittleren Ostseespiegel-Höhen mit dem oben durch Rechnung Gefundenen.

Um den Leser darüber zu vergewissern, wie nahe an die Beobachtung **unsere** obige Berechnung der Höhe der periodischen Wasserversetzungen **durch** den Mond grenze, gehen wir die Schwankungen der drei längsten **Reihen** noch einmal nach Halbperioden durch.

Bei Memel	fällt	das Wasser vom Jahre 1815		
		bis zum Jahre	1819	10 Zoll,
	steigt	„ „ „	1822	8 „
	fällt	„ „ „	1826	8 „
	steigt	„ „ „	1829	7 „
	fällt	„ „ „	1833	9 „
	steigt	„ „ „	1836	12 „
	fällt	„ „ „	1839	10 „
	steigt	„ „ „	1843	wahrscheinlich 7—10 Zoll,
	fällt	„ „ „	1848	demnach 8—11 Zoll,
	steigt	„ „ „	1850	$4\frac{1}{2}$ Zoll,
	fällt	„ „ „	1853	$4\frac{4}{5}$ „
	steigt	„ „ „	1854	6 „
	fällt	„ „ „	1857	$5\frac{2}{3}$ „
	steigt	„ „ „	1859	$4\frac{1}{2}$ „
	fällt	„ „ „	1862	$4\frac{1}{4}$ „
	steigt	„ „ „	1863	$5\frac{2}{3}$ „
Bei Pillau	steigt	das Wasser vom Jahre 1814		
		bis zum Jahre	1817	$7\frac{2}{3}$ Zoll,
	fällt	„ „ „	1820	5 „
	steigt	„ „ „	1822	$4\frac{2}{3}$ „
	fällt	„ „ „	1826	$5\frac{4}{5}$ „
	steigt	„ „ „	1828	$3\frac{2}{3}$ „
	fällt	„ „ „	1829	$4\frac{2}{5}$ „
	steigt	„ „ „	1834	$6\frac{1}{9}$ „
	fällt	„ „ „	1839	$6\frac{4}{5}$ „

steigt bis zum Jahre 1843 wahrscheinlich 5—6 Zoll,
fällt „ „ „ 1848 demnach 4—5 Zoll,
steigt „ „ „ 1851 $3\frac{4}{5}$ Zoll,
fällt „ „ „ 1853 $3\frac{1}{4}$ „
steigt „ „ „ 1854 $5\frac{1}{3}$ „
fällt „ „ „ 1857 $5\frac{1}{2}$ „
steigt „ „ „ 1859 $3\frac{1}{3}$ „
fällt „ „ „ 1862 $3\frac{4}{5}$ „
steigt „ „ „ 1863 $5\frac{1}{2}$ „

Bei Swinemünde steigt das Wasser vom Jahre 1815
bis zum Jahre 1817 $4\frac{1}{2}$ Zoll,
fällt „ „ „ 1820 $3\frac{1}{5}$ „
steigt „ „ „ 1822 $3\frac{1}{2}$ „
fällt „ „ „ 1826 $6\frac{1}{8}$ „
steigt „ „ „ 1828 $3\frac{2}{5}$ „
fällt „ „ „ 1832 $2\frac{1}{10}$ „
steigt „ „ „ 1834 $5\frac{1}{2}$ „
fällt „ „ „ 1835 $4\frac{3}{5}$ „
steigt „ „ „ 1840 $1\frac{1}{2}$ „
fällt „ „ „ 1843 vielleicht 3—4 Zoll,
steigt „ „ „ 1846 demgemäss 3—4 Zoll,
fällt „ „ „ 1848 $4\frac{1}{2}$ Zoll,
steigt „ „ „ 1851 $3\frac{2}{3}$ „
fällt „ „ „ 1853 $2\frac{2}{5}$ „
steigt „ „ „ 1854 $3\frac{1}{3}$ „
fällt „ „ „ 1857 5 „
steigt „ „ „ 1859 $3\frac{1}{10}$ „
fällt „ „ „ 1862 $6\frac{1}{3}$ „
steigt „ „ „ 1863 $2\frac{2}{3}$ „

Die Durchschnitts-Oszillation stellt sich bei Memel auf 7″,32, b Pillau auf 5″, bei Swinemünde auf 3″,82, für alle drei Stationen a 5″,38.

Das ist nur stark $\frac{1}{3}$ des herausgerechneten Betrages, und so schei denn beiderlei, das beobachtete und das durch den Kalkul gefundene Oszi lationsmaass, nicht sonderlich zu stimmen. Aber es scheint nur so, und b gehöriger Ueberlegung werden wir uns leicht davon überzeugen, dass d Resultate in der That einander in erwünschter Weise decken.

Erinnern wir uns, dass die Kraftverhältnisse des Mondes, zusammen ꞏ denen der jetzigen Wasservertheilung der Erde auf der Südhalbkugel selben eine Oszillations-Amplitude von 46″,67 gegen nördliche 14″,71 für Mondperiode erheischen würden, dass aber die Einheit des Schwerpunktes r Erde eine polare alternirende Verkürzung und Verlängerung ihres assersphäroids nicht zulässt, also immer fast $^2/_3$ des südlich versetzten assers wieder nordwärts ausgeglichen und so von den nördlichen 14″,71 gezogen werden müssen, so sehen wir, dass dort nur $^1/_3$ der 14″,71, also ′,90, wirklich zur Sichtbarkeit kommen können.

An späterer Stelle haben wir noch einmal auf die Durchschnittsmaasse r Oszillation aller hier zusammengestellten Beobachtungspunkte der Ostsee rückzukommen. Dann wird sich auch die Gelegenheit zu einer feineren ststellung obiger Maasse auf Grund der australischen Ergebnisse finden.

Zusammenfassung der Ergebnisse betreffs der Ostsee und der Meere der Nordhemisphäre.

Als Schluss der Studien, welche sich an die verschiedenen Pegelssungen in Ostseehäfen knüpften, seien die Resultate hier noch einmal z rekapitulirt.

Sie waren: Der Ostseespiegel als Ganzes schwankt mit den Perioden s Perigäums des Mondes und den Abweichungen der Mondbahn von der liptik. Daraus folgt, dass diese kosmischen, wechselnden Verhältnisse die sachen der verschiedenen mittleren Jahresspiegel der Ostsee und somit er Meere der nördlichen Hemisphäre sind.

Diese Schwankungen erfolgen in einem etwas langsameren Tempo, als die echsel der veranlassenden kosmischen Verhältnisse. Daraus ergibt sich, ss sie Störungen des Gleichgewichts des Erdkörpers sind, und dass es h also um wirkliche Versetzung von Wasser von Halbkugel zu Halbkugel ndelt. Daraus folgt ferner, dass die Schwankungen sowohl nach den ranlassenden Umständen, als nach den Forderungen des stetig sich herellenden Gleichgewichts beurtheilt werden müssen.

Die kürzeren Schwankungen des ganzen Ostseespiegels innerhalb des hres stellen sich gleichfalls als lediglich kosmisch verursacht heraus. eiche oder ähnliche Beziehungen zwischen Mond, Sonne und Erde erzeugen imer gleiche oder ähnliche Jahreskurven.

Diese sind auf beiden Halbkugeln der Erde stets symmetrisch, wie der stralische Kurvenjahrgang bei Vergleichung mit einem entsprechenden r Ostsee zeigt.

Der durch Rechnung gefundene Werth für die Dicke einer währe[nd] einer Halbperiode des Mondes versetzten Wasserschicht erweist sich als [mit] der Beobachtung übereinstimmend, daher als richtig.

9. Kapitel.

Die Sonne versetzt stetig eine gewisse obere Schicht der Meere.

Nachdem in den vorhergehenden, den Mond und seine Beeinflussu[ng] der Erdmeere betreffenden Erörterungen ein fester Boden gewonnen word[en] ist für dieselben Studien betreffs der Sonne, kann man zu diesen überge[hen] und darf auch bei ihnen auf ein durch Rechnung und Beobachtung zuglei[ch] erreichtes Resultat im Sinne der Wasserumsetzung hoffen.

Für die Beziehungen der Sonne zur Erde in dieser Richtung find[en] entsprechende Verhältnisse und Perioden statt, wie für die des Mondes, [nur] sind die Maasse für beiderlei sehr verschieden.

Der mittlere Abstand der Sonne vom Mittelpunkte der Erde ist $398\,^1/_2$ n[mal] derjenige des Mondes, daher ist der Störungsantheil ihrer Anziehung, bl[oss] nach dem Abstande berechnet, $398\,^1/_2{}^3$ zu $1 = \frac{1}{63,282,696}$ der Störung[s]kraft des Mondes bezüglich der Erdmeere. Die Masse der Sonne ist ab[er] 81. 355,499 = 28,795,419 mal die des Mondes, folglich ist zuglei[ch] wieder das Maass ihrer Störung in diesem Verhältnisse grösser, folglich der That im Mittel nur etwas weniger als die Hälfte derjenigen des Monde[s].

Weil der im Verhältnisse zum Erd-Sonnen-Abstande sehr kurze Er[d]durchmesser die Höhenunterschiede zwischen den direkten und indirekte[n] täglichen Sonnenwellen bestimmt, so können diese nur um ein sehr Ge[]ringes differiren.

Der tägliche scheinbare Rundgang der doppelten Sonnen-Flutwelle um die Erde ist im Mittel in etwa 48 Minuten weniger Zeit zurückgeleg[t] als derjenige des Mondwellen-Paares.

Der 27tägige doppelte Wechsel der Halbkugeln von Seiten des Monde[s] wird bei der Sonne repräsentirt durch das $365\,^1/_4$tägige Erdenjahr; de[r] Hälfte dieser Mondbewegung entspricht heutzutage für die Südhälfte de[r] Erde ein Zeitraum von $182\,^1/_2 - 3\,^1/_2 = 179$, für die Nordhälfte ei[n]

solcher von $182^1/_2 + 3^1/_2 = 186$ Tagen; im Maximo der Ungleichheit haben beide Räume (vor etwa 600 Jahren) resp. $178^1/_2$ und $186^1/_2$ Tage Länge gehabt.

Die Periode des Rundganges des Perigäums wird bei der Sonne dargestellt durch einen 21,000:8,85 = 2373mal so langen Zeitraum, während welches ihr Perihelium einen Kreislauf um die Ekliptik vollendet, d. h. durch Begegnung mit den umgekehrt laufenden Knoten wieder in dieselbe Lage zur Erdachse oder zu den Halbkugeln zurückkehrt.

Aus allem diesem folgt schon bei der oberflächlichsten Vergleichung, dass wir uns bei der Sonne ganz anderer Gesammtwirkungen der Wasserversetzung zu versehen haben, als beim Monde. Gehen wir an die genauere Erörterung durch Zahlen.

Die Anziehungskraft der Erde, auf ihre Oberfläche ausgeübt, in ihrem Mittelpunkte vereinigt gedacht und gleich 1 gesetzt in dem Abstande 1 (dem Erdhalbmesser), so ist der Störungsantheil der Anziehung der Sonne in ihrem mittleren Abstande von der Erde nur ein sehr kleiner Bruchtheil dieser Wirkung des Erdkörpers. Besagter Bruchtheil wird bestimmt für den der Sonne nächsten Erdpunkt durch den Kubus des mittleren Abstandes der Sonne von diesem Punkte, dividirt durch die Sonnenmasse, welche die der Erde um das 355,499fache übertrifft. Da nun (nach Mädler) das Erdzentrum bei mittlerem Abstande der Sonne 24,043 Erdhalbmesser von ihr entfernt ist, der nächste Erdpunkt also 24,042, so drückt sich hier der Störungsantheil ihrer Anziehung aus durch $\frac{1}{24{,}042^3:355{,}499} = \frac{1}{39{,}090{,}695}$ der Kraft der Erde.

Zur Berechnung der Störungsantheile der Anziehung der Sonne in ihrem grössten und kleinsten Abstande ist, wie bekannt, die Umkehr der Kuben nöthig. Dieselbe wird hier wieder durch die Bruchform bewirkt, denn Bruchgrössen verhalten sich immer umgekehrt wie ihre Nenner, und es stellt also der grösste Nenner die kleinste Störung, und umgekehrt, dar.

Nach Mädler beträgt in der Sonnennähe die Entfernung des Erdzentrums von der Sonne 23,662 Erdhalbmesser, in der Sonnenferne 24,494 derselben. Für den der Sonne näheren Punkt der Erdoberfläche hat man also von beiden Abständen einen Erdhalbmesser wegzunehmen.

Der Störungsantheil der Sonnenanziehung in ihrem kleinsten Abstande von der Erde ist daher für den nächsten Erdpunkt

$$\frac{1}{23{,}661^3:355{,}499} = \frac{1}{37{,}261{,}549}$$ der Erdkraft, in ihrem grössten Abstand

$$\frac{1}{24{,}493^3:355{,}499} = \frac{1}{41{,}332{,}112}$$ derselben.

Die minder grosse Störungskraft der Sonne am entferntesten Erdpunkt für die dreierlei Abstände der Sonne ergibt sich, wenn man die gefundenen Bruchzahlen nach dem Unterschiede der Quadrate der Abstände von beiden entgegengesetzten Erdpunkten verändert. Der Unterschied beider beträgt 2 Erdhalbmesser, welche also für die der Sonne abgekehrte Erdseite dem Betrage des Abstandes der zugekehrten hinzuzufügen sind.

Beim mittleren Abstande der Erde von der Sonne beträgt deren Störungsantheil am entferntesten Erdpunkte, also

$$\frac{1}{39{,}090{,}695 \cdot 24{,}044^2 : 24{,}042^2} = \frac{1}{39{,}097{,}234}$$ derjenigen der Erde.

In der Sonnennähe beläuft er sich auf

$$\frac{1}{37{,}261{,}549 \cdot 23{,}663^2 : 23{,}661^2} = \frac{1}{37{,}267{,}848}.$$

In der Sonnenferne ist derselbe

$$\frac{1}{41{,}332{,}112 \cdot 24{,}495^2 : 24{,}493^2} = \frac{1}{41{,}338{,}862}.$$

Nach diesen Beträgen der Störungsantheile ergeben sich, wie wir beim Monde gesehen, die Höhen der Fluten, welche die Sonne in den dreierlei Abständen auf beiden Erdseiten erregt.

Nimmt man für die Fluthöhe des näheren Erdpunktes bei mittlerem Sonnenabstande 16 Zoll an, was annähernd richtig sein dürfte,*) so ist die

*) Wenn mir die im 6. Kapitel der III. Abtheilung gegebene Vergleichung der Fluthöhen, wie sie sich für Sydney im Jahre 1871 nach den Mondphasen auf die Ekliptik vertheilen, zum Zwecke der ungefähren Bestimmung der Sonnenfluten für sich benutzen wollen, so können wir das auf folgende Art thun: Bei Voll- und Neumond decken sich Mond- und Sonnenflut, bei erstem und letztem Viertel liegen sie in den gegenseitigen Thälern. Dadurch subtrahiren sich die Sonnenfluten zweimal von der Gesammthöhe, weil sie erstens den Gipfeln fehlen, zweitens die Thäler auffüllen. Nehmen wir nun die höchste Vollmondflut des südlichen Ekliptikbogens vom Juni, denn sie verliert am wenigsten bis Sydney. Sie ist 5' 7" hoch, offenbar aber unter Mittelhöhe, weil die Sonne in ihrer Erdferne steht. Vergleichen wir mit ihr die südliche Flut des letzten Viertels im Februar. Sie beträgt 3' 3", ist aber ein wenig zu hoch, weil die Sonne sich nahe an ihrer Erdferne befindet. Subtrahiren wir 3' 3" von 5' 7", so zeigt sich ein Unterschied von 2' 4". Die Hälfte oder 14 Zoll ist also die Höhe der Sonnenwelle allein, und sie bleibt aus den angeführten Gründen hinter der mittleren Höhe zurück.

gleichzeitige Parallelflut des entfernteren $16 . \frac{1}{39{,}097{,}234} : \frac{1}{39{,}090{,}695} =$ 15'',997324.

Die höhere Welle der Sonnennähe beträgt

$$16 . \frac{1}{37{,}261{,}549} : \frac{1}{39{,}090695} = 16'',785{,}430,$$

die gleichzeitige tiefere der entgegengesetzten Halbkugel

$$16{,}785430 \cdot \frac{1}{37{,}267{,}848} : \frac{1}{37{,}261{,}549} = 16'',782593.$$

Die höhere Welle der Sonnenferne ist

$$16 . \frac{1}{41{,}332{,}112} : \frac{1}{39{,}090{,}695} = 15'',132329,$$ ihre Parallelflut auf der anderen Halbkugel

$$15{,}132329 \cdot \frac{1}{41{,}338{,}862} : \frac{1}{41{,}332{,}112} = 15'',129858.$$

Während also die beiden Parallelfluten bei mittlerem Sonnenabstande um 16—15,997324 = 0'',002676 an Höhe verschieden sind, beträgt diese Differenz in der Sonnennähe 16,785430—16,782593 = 0'',002837, in der Sonnenferne 15,132329—15,129858 = 0'',002471.

Das sind allerdings winzige Unterschiede, und im ersten Augenblicke erscheint mit dieser Rechnung die Behauptung von einer beträchtlichen Wasserversetzung durch die Sonne abgethan, um so mehr, als noch grosse Abzüge zu machen sind, wie die Rechnung beim Monde gelehrt hat.

Auf keinen Fall freilich kann von einer säkularen Veränderung des Seespiegels, die sich nach Hunderten von Fussen bemässe, als durch die Sonne allein hergestellt die Rede sein, aber ihre Wirkung reduzirt sich auch ebenso wenig auf nichts, wie das Folgende zeigen wird, und bleibt ein jährlicher sicherer, wenn auch kleiner Schritt im grossen Gange der Natur. Zu ihm aber kommt, wie wir beim Monde gefunden haben, während der ungleichen Vertheilung des Wassers auf beiden Halbkugeln ein viel bedeutenderer Zusatz seitens dieses Begleiters der Erde hinzu, und die säkularen Summen der beiderlei Effekte*) sind gar nicht so weit entfernt

*) So sehr unbedeutend, als ein Wasserhäutchen von $^1/_{500}$ Zoll, das obige Ergebniss, erscheinen könnte, ist es nicht, was wir dem Leser durch eine kurze Rechnung näher legen müssen. Die ganze Oberfläche der Erde beträgt 9,288,000 □Meilen. $^{72}/_{100}$ derselben sind Wasser, also 6,687,360 □Meilen. Von denselben fallen jetzt auf die südliche Halbkugel 14,852, auf die nördliche 11 Flächenantheile, auf die erstere also fast 4 (genauer 3,838,560) Millionen, auf

von der Annahme unserer theoretischen Skizze und, mit dem Maassta menschlicher Existenz-Verhältnisse gemessen, wahrhaft ungeheuer.

Rechnen wir nun weiter in derselben Weise, wie es oben bei d Mondfluten geschehen.

Wäre die Erde eine Wasserkugel, so würde aus früher angeführt Gründen der Unterschied zwischen den Parallelfluten sich täglich weg entsprechender Verschiebung des Schwerpunktes auf derjenigen Halbku ganz addiren, welche die höhere Flut umkreist. Es würde also der Meer spiegel der Südhemisphäre der Erde sich im Sommerhalbjahre derselben l genau südlicher Lage des Perihels während $178^1/_2$ Tagen um $178^1/_2$ 0,002837 = 0″,506404 (stark $^1/_2$″) oder um 6‴,076848 erhöhen.

Von diesem Zuwachse ginge aber 6 Monate später, im Sommerhalbjah der Nordhemisphäre, wieder $186^1/_2$ · 0,002471 = 0″,410841 (stark $^2/_5$ oder 4‴,930092 verloren, wonach dem Süden nur die Differenz beid Beträge verbliebe.

Bei der Berechnung der Wasserversetzung durch den Mond stellte si indessen heraus, dass nach Flächen- und Tiefenunterschiede der Meere beid Halbkugeln die Versetzung nach Süden heutzutage eine dreimal so deutende sein müsse, als die nach Norden, wonach also, beide Beträge eine Summe verwandelt, drei Viertel derselben jährlich der südlichen He sphäre, ein Viertel der nördlichen zuzutheilen wäre.

Wenn nun nach dem Unterschiede der spezifischen Gewichte bei Was und einem gleichen Volumen der durchschnittlichen Erdstoffe die für e Wasserkugel gefundene Summe entsprechend vermindert werden muss, ergibt sich folgendes Schlussfazit:

6‴,676848 + 4‴,930092 = 11‴,006940 : 4 = 2‴,751735 = 8‴,255205 drücken das jährliche Versetzungsquantum für die s liche Halbkugel aus, während

11‴,006940 — 8‴,255205 = 2‴,751735 das wieder in Ab kommende nordwärts rückversetzte Wasser der Schichtdicke nach messen.

---

die letztere fast 3 (genauer 2,845,465) Millionen □Meilen. Nehmen wir Ueberschuss der südlichen höchsten Flut über ihre nördliche Parallelf 0″,002837 in der Sonnennähe, über diese Fläche als gleich hoch an, was freilich nicht ganz ist, so macht dieses anscheinend kaum nennenswerthe M des Wassers doch über 200,000 Millionen Kubikfuss von mehr als $6^1/_2$ lionen Kilogramm Gewicht aus, um welche trotz ihrer Unbedeutenheit geg über dem Erdkörper der Schwerpunkt des letzteren sich denn doch zu kümm haben wird.

Die Differenz 8''',255205 — 2''',751735 = 5''',503470 wäre also das auf einer Wasserkugel heute definitiv nach Süden jährlich versetzte Wasser, welcher Betrag, durch 5,44 dividirt, in dem Quotienten 5''',503470 : 5,44 = 1''',011667 denselben für die wirkliche Erde darstellte zu der Zeit günstigster Lage des Perihels und unter Annahme eines gleichen Zuwachses des ganzen südlichen Meeresspiegels.

Beiderlei verursacht als zu hoch greifend demnach noch herabmindernde Modifikationen bei einem Durchschnittsmaasse, welche sich freilich nicht scharf in Zahlen ausdrücken lassen.

Multipliziren wir 1''',011667 mit 10,500, der Anzahl der Jahre einer halben Periode des Perihels, so kommen 73' 9'' 2''' heraus, womit der Betrag des säkularen Niveauwechsels durch die Sonnenanziehung allein, für die heutige Wasservertheilung, die höchste Versetzungswirkung und ohne Abzug durch Ausgleichung über die Halbkugel gegeben wäre.

Ob die erwähnten nothwendigen Herabminderungen nun die Dicke der umgelegten Wasserschicht auf zwei Drittel oder gar die Hälfte reduziren, kann nicht von erheblicher Bedeutung sein, da es sich um die Feststellung eines scharfen Maasses hier gar nicht handeln kann noch soll, sondern nur um die Stütze eines Prinzips auf rechnendem Wege, dessen nämlich, dass das Wasserquantum auf den Hemisphären säkularen Wechseln unterliegt.

Da Mond und Sonne zusammenwirken, so lange eine ungleiche Wasservertheilung auf beiden Halbkugeln der Erde stattfindet, so kann der Gesammteffekt beider, als wandelbar, doch nie scharf in Zahlen gefasst werden und muss eine Aufgabe lediglich der Beobachtung bleiben.

Es fragt sich nun, ob wir dieselbe schon jetzt zu Rathe ziehen können, und das führt uns zum

10. Kapitel.

Was lehren die Wasserstands-Reihen der Ostsee und verschiedene andere Thatsachen in Bezug auf die säkulare Wasserversetzung durch Sonne und Mond zusammen?

Wenn auch die 60 Jahre der längsten Beobachtungsreihen der Ostsee nur ein winziges Stückchen ($^1/_{175}$) eines Versetzungs-Zeitraumes von 10,500 Jahren sind, so lässt sich doch erwarten, dass auch während dieser kleinen Spanne sich die Umlegung einer oberen Schicht der Meergewässer

von der Nord- zur Südhalbkugel deutlich kundgeben werde. So ist es d
auch in der That. G. Hagen hat schon bei einigen seiner kurzen Rei
eine stetige Abnahme der jährlichen mittleren Spiegelhöhen gefunden, we
er freilich nicht sicher zu begründen weiss, weil ihm die Annahme e
der unserigen ähnlichen zu Grunde liegenden Ursache fern lag. Bei
aus den Hagen'schen und Berghaus'schen zusammengesetzten längeren Rei
ist die Abnahme des mittleren Spiegels der Ostsee ebenso stetig, und
türlich im Verhältnisse ihrer Länge beträchtlicher.

Die klare Augenscheinlichkeit dieses andauernden Sinkens wird inde
durch einige Umstände getrübt, welche wir erklärend zu beseitigen suc
müssen. Sie lassen sich zusammenfassen durch die Ueberschrift:

Ungleichmässigkeiten in den Reihen.

Diese sind von dreierlei Art:

1) treffen nicht die Schwankungen der Mondperiode bei allen Beob
tungsstellen genau zusammen;
2) haben die Schwankungen nicht an allen Pegeln dieselbe Amplitu
3) vermindern nicht alle Reihen übereinstimmend die mittleren Spie
höhen.

ad 1) Wenn man auf unserer Tafel die drei längsten Kolumnen
Memel, Pillau und Swinemünde herabblickt, so findet man an verschied
Stellen eine der Zeit und dem Grade nach verschiedene Bewegung
Seespiegels bei verschiedenen Häfen. So z. B. steigt im Jahre 1815
selbe zugleich bei Memel und Pillau, fällt aber bei Swinemünde; dag
steigt er im Jahre 1824 an letzterem Orte und bei Pillau, währen
bei Memel fällt. Im Jahre 1829 fährt er bei Memel fort zu stei
während er bei Pillau um mehr als 4 Zoll, bei Swinemünde nur um e
mehr als einen Zoll sinkt u. s. w. u. s. w. Auch bei den kürzeren Re
trifft man dergleichen Fälle ungleicher Bewegung in einzelnen Jahren m
fach an.

Diese Erscheinung ist ohne Zweifel einzig und allein der verschied
Lage der Beobachtungsorte an den Küsten rücksichtlich der mehr stet
Windrichtungen zuzuschreiben, denen sie ausgesetzt sind, und die,
die Erfahrung zuletzt Anfang 1872 so schrecklich lehrte, das Wasser
Beckens zu sehr verschiedenem Stande emportreiben können. Wenn z
ein starker und dauernder Aequinoktial-Westwind den Wasserstand Me
und Pillau's bedeutend erhöht, wird er Swinemünde und alle südlichen H
oder Uferstellen in diesem Sinne unberührt lassen, dafür aber ihre Spi

herabdrücken müssen, während ein Nord- und Nordoststurm von einiger Dauer die letzteren Häfen füllt und die östlichen leert. Die jährlichen Mittelsummen werden sich in demselben Sinne wie solche temporären Ungleichheiten ändern und zu Abweichungen der gedachten Art führen.

ad 2) Bei der oben gegebenen Vergleichung der ausgerechneten Schwankungs-Amplitude des Seespiegels nach den Mondperioden mit derjenigen der Beobachtung in den drei Häfen Memel, Pillau und Swinemünde zusammen haben wir schon gesehen, wie jeder dieser Orte einzeln nicht mit den beiden andern in dieser Hinsicht übereinstimmte. Das Durchschnittsmaass war bei Memel 7″,32, bei Pillau 5″, bei Swinemünde 3″,82.

Gehen wir der Folge der Beobachtungsorte von Finnland an bis zur Verbindungsstelle der Ostsee mit dem offenen Ozeane hin entlang, so finden wir von Norden her bis Pillau dieselbe Schwankungsweite von etwa 5″, mit alleiniger Ausnahme von Memel, welches stark 2″ mehr aufweist. Von Pillau an südlich und westlich nimmt der Oszillationsraum im Ganzen stetig und regelmässig ab. Königsberg, in fast gleicher Breite mit Pillau, hat fast dessen Schwankungsweite, nämlich 4″,44; Stolpmünde, etwas südlicher, hat nur noch 4″,07; Neufahrwasser, wieder südlicher, hat 4″,01; Rügenwalde, in gleicher Breite mit Neufahrwasser, aber westlicher, hat 3″,80; Kolbergermünde, südlicher und westlicher als Rügenwalde, hat 3″,74. Alle noch westlicheren Stationen haben, mit einziger Ausnahme von Swinemünde (wo das Flusswasser und die Stauungen in engen Kanälen wohl die Ausnahme veranlassen), einen weiter abnehmenden Schwankungsraum. Wiek bei Greifswalde, in gleicher Breite mit Kolberg, hat nur 2″,66; die Rügen'er Stationen Glowe und Wittower Posthaus haben resp. 2″,19 und 2″,12; Stralsund, obschon südlicher als Rügen, hat allerdings noch einmal mehr, als beide letztgenannten Stellen, nämlich 2″,20 (wahrscheinlich auch wegen Stauungen in der Seeenge; Barhöft hat 1″,92, endlich Wismar 1″,63*).

---

*) Wahrscheinlich reduzirt sich die Beobachtung, dass sich das nördliche Schweden rascher aus dem Meere emporhebe, als das südliche, auf diese ungleiche Schwankungs-Amplitude des Ostseespiegels während der Mondperioden. Dergleichen Schlüsse pflegen sich auf einzelne Wahrnehmungen zu stützen, welche immer einen unrichtigen Maassstab abgeben, in diesem Falle aber auch, da die Ursächlichkeit der Erscheinung unbekannt war, fälschlich dem Boden zuschrieben, was der See allein angehörte.

Auch die Hebungen ganzer Kontinente, wie z. B. die Australiens, über welche man so viel Lärm gemacht hat, beruht höchst wahrscheinlich auf nichts anderem, als der Verallgemeinerung dessen, was die monatlichen und jährlichen

Dieser Sachverhalt entspricht genau dem, was sich bei den bezüglichen Entfernungen aller aufgezählten Lokalitäten von der Oeffnung des baltischen in das Weltmeer erwarten liess. Die im Laufe des Jahres immer um $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss (nach Berghaus' und Moberg's Kurven) wechselnden Wasserstände des ersteren setzen an seiner Verbindungsstelle mit der offenen See einen lebhaften Austausch von Wasser voraus, wie ihn denn auch Dr. H. A. Meyer in seinen „Untersuchungen über physikalische Verhältnisse des westlichen Theiles der Ostsee“ durch detaillirte Tafeln konstatirt. Es strömt wiederholentlich im Laufe des Jahres viel Wasser ein und aus, und es geht fast täglich eine gewisse kleinere Quantität desselben ab oder zu. Halten wir die grösseren und länger dauernden Austausche im Auge, welche den hier in Rede stehenden Effekt hauptsächlich hervorbringen müssen. Nehmen wir einen tiefsten Stand der Ostsee über ihre ganze Fläche und im Einflusskanale als Ausgangspunkt. Der in Folge von Mondwellen-Anhäufungen schwellende Ozean will sich gegen die Ostsee ausgleichen, und es drängt sich mit der Wucht solcher anscheinend kleinen, in der That aber gewaltigen und unwiderstehlichen Massenbewegungen eine Wasserschicht durch den Sund und die Belte. Sie erhöht also dort und in dem westlichsten Zipfel der Ostsee den Spiegel, nicht aber sogleich über das ganze Becken hin, denn das Wasser gebraucht eine namhafte Zeit zu einer so weitreichenden Ausgleichung. Was ist also die Folge? Antwort: Während des Einströmens neuen und immer neuen Wassers präsentirt der Ostseespiegel vom Einflusskanale auf eine lange Strecke nach Osten und weiter nach Nordosten hin eine geneigte Fläche, die erst dann allmälig in eine Horizontalebene übergeht, wann die Gleichfüllung des ganzen Bassins mit dem Weltmeere nahezu und ganz erreicht ist. Mittlerweile zeigen alle Pegel an der schieten Strecke nach Westen hin höhere Wasserstände. Sinkt hinterher der Ozean

---

Schwankungen des Seespiegels den Beobachtern an einzelnen Orten an die Hand zu geben schienen. Herr Russell sprach sich in einer Zuschrift an uns über diesen Punkt nach den Beobachtungen eines alten australischen Gelehrten, des Herrn W. B. Clarke, dahin aus, dass über eine Hebung oder Senkung Australiens nichts feststehe, dass man an einzelnen Stellen auf Verseichtung der Uferstrecken durch Platzregen, an andern auf Vorfindung von lebenden Muscheln über der Hochwassermarke wohl derlei Schlüsse gebaut habe, aber noch zu keinem sicheren Resultate gekommen sei. Es leuchtet nun ein, dass man bei der bisherigen Unkenntniss der Seespiegel-Schwankungen nur die Vorstellung haben konnte, der Boden sei gestiegen, wenn man einen Fuss oder zwei über der Hochwasserlinie (denn mehr war es nie) Muscheln trocken liegen sah, deren Wiederbedeckung durch Wasser einige Monate oder etwas längere Zeit nachher der Beobachtung entging.

und veranlasst die Ostsee, nachzufolgen, so geschieht das ohne den Impetus des Einfliessens und lediglich nach den Gesetzen der Erdattraktion, zudem durch ein enges Thor, also langsam. Das Wasser hat Zeit im Ueberflusse zur Ausgleichung des Verlustes über die ganze Wasserfläche; sie sinkt gleichmässig und ohne westlichen Spiegelabfall; die Pegel markiren die Senkung in gleichen Beträgen. Diesen Vorgang haben wir im Jahre bei jeder der vielen Gesammtschwankungen der Ostseefläche erneuert anzunehmen, daher für diesen Zeitraum der Durchschnittsberechnung mehr Notirungen tiefster und tieferer Wasserstände im Osten, graduell immer wenigere nach Westen hin, dagegen allenthalben gleichviel höchste die Mittelzahl bestimmen helfen. In Jahren höchster Mittelzahlen hat selbstverständlich der Wasserzufluss nur noch schwach stattgefunden, wesshalb sie eine fast gleichhohe Grenze an allen Pegeln erreichen müssen. Der daraus sich ergebende ungleiche Zwischenraum beider Grenzen ist die beobachtete von Pillau bis Wismar schwindende Oszillations-Amplitude der mehrjährigen Mondperiode.*)

ad 3) Die graduell abnehmende Spiegelhöhe ist besonders deutlich bei Memel. Wenn wir dort das mit dem Jahre 1811 nach der Mondkonstellation nahezu gleichliegende Jahr 1863 mit ersterem zusammenhalten, so ergibt sich durch alle Schwankungen hindurch eine Gesammtsenkung des mittleren jährlichen Wasserstandes von 1′ 3″,4 für die Maxima. Vergleicht man ebenso die Minima von 1812 und 1862 miteinander, so beträgt die Abnahme 1′ 3″,3.

Die sukzessiven höchsten Wasserstände der Jahre 1811, 13, 15, 22, 29, 36, 50, 54, 59, 63 fallen dazu auch ziemlich gleichmässig ab, und es bilden nur die Jahre 1836, 54, 63 Ausnahmen eines unbedeutenden Zuwachses gegen die unmittelbaren Vorgänger. Da aber die Zeitabstände zwischen diesen Ausnahmen 18 und 9 Jahre sind, auch sie sich wieder

*) Der ausnahmsweise grosse Schwankungsraum bei Memel dankt seinen Ursprung einer ganz ähnlichen Ursache. Der Pegel steht dort im Haff, nicht an der wirklichen Ostsee. Er misst also das Wasser des ersteren. Das Haff aber steht zur Ostsee in gleichem Verhältnisse, wie sie zum Weltmeere. Durch einen sehr engen Kanal dringen mit Gewalt die steigenden Ostseespiegel in das kleinere Bassin und füllen es auf bis zur Gleichhöhe mit den höchsten Wellen, die oft den allgemeinen Ostseespiegel nicht unbedeutend übertreffen. Langsam nur entleert sich hernach das Reservoir und besitzt also immer auf länger eine Maximal-Spiegelhöhe, als das dort oft nur lokal durch Wind emporgetriebene baltische Meer. Die Tiefstände sind dagegen dieselben inner- und ausserhalb, folglich wird die Mittelzahl eine höhere für das Haff oder den Memel'er Pegel.

untereinander in demselben Sinne abstufen, wie alle genannten höchsten Spiegel, so beruhen sie lediglich auf einer Wiederkehr astronomisch begründeter Ursachen und bestätigen die Regel, statt sie aufzuheben. Bei den Tiefständen ist die nämliche Progression vorhanden; nur verlangsamt eine augenfällige Verengerung der Schwankungsweiten allmälig die Abnahme der Mittelhöhen.

Diese Verengerung gerade ist ein Umstand, welcher bei vorliegender Erörterung Licht über Dunkles verbreitet.

Gehen wir zur Pillau'er Reihe, so finden wir etwas derartig Deutliches, wie bei Memel, nicht. Zwar sind der Maximalstände des mittleren Spiegels von 10 und 11″ in der ersten Hälfte der Reihe von 54 Jahren sieben, in der zweiten nur zwei, aber die Minimalhöhen bleiben sich von Anfang bis Ende ziemlich gleich und variiren um 4, 5 und 6″.

Bei Swinemünde haben wir auch zwar in der ersten Hälfte der Kolumne vier Maximalziffern von 9, 10 und 11″, die in der zweiten nie wieder vorkommen, aber die tiefen Spiegel bewegen sich ungefähr in derselben Höhe und eine allgemeine Abnahme von nur etwa 4″ tritt hervor.

Bei den kurzen Reihen, welche vom Jahre 1846 an mit den vorigen parallel liegen, finden wir nun solche, die sich rücksichtlich ihrer sukzessiven Spiegelhöhen der Memel'er, andere, welche sich der Pillau'er und Swinemünde'r Reihe zuordnen lassen, aber auch ein paar, die eine entschiedene Zunahme sowohl ihrer höchsten, wie ihrer tiefsten Spiegel zeigen.

Letztere sind die Reihen von Glowe auf Jasmund und dem Wittower Posthause (Rügen). Mit Pillau und Swinemünde gehören ihrem in Rede stehenden Verhalten nach zusammen die Reihen von Königsberg, Neufahrwasser und Barhöft. Mit Memel stimmen mehr oder weniger die von Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Kolbergermünde, ganz und gar hingegen die von Wiek bei Greifswalde, Stralsund, Wismar und alle fünf brauchbaren finnischen Reihen (fünf der letzteren sind nämlich sehr kurz oder unvollständig).

Nachdem man den Beweis geführt hat, dass die periodischen Schwankungen aller Reihen zusammen und übereinstimmend Folgen der wechselnden Beziehungen des Mondes zur Erde sind, wird man bei den vorliegenden Verschiedenheiten nicht mehr nach dem älteren Erklärungsmittel von Hebungen oder Senkungen der betreffenden Küstenpunkte greifen wollen, deren Vorhandensein überhaupt bei jedem genaueren Zuschauen immer problematischer wird und in vielen Einzelfällen sich schon als Hirngespinnst erwiesen hat. Man wird vielmehr wohl daran thun, nach lokalen Lagebeschaffenheiten aller unserer Beobachtungsörter zu suchen, die vielleicht einen Parallelismus

zu der verschiedenen Art des Reihenverlaufs bezüglich der allgemeinen sukzessiven Aenderung darstellen.

Dabei kommt man denn recht bald zu erwünschtem Ziele. Es findet sich, dass die Pegel mit stetig und gleich sinkenden Maximal- und Minimalspiegeln an dem einfachen Seeufer, die mit abnehmenden Oszillationsweiten, also sich gleich bleibenden Minimalständen des Wassers, so wie die mit wachsenden Mittelzahlen an Mündungen von Flüssen und an Oeffnungen hinterliegender bedeutender Binnenseen mit starkem Süsswasserzuflusse liegen.

Von Norden nach Süden und dann weiter von Osten nach Westen einander folgend gehören zu der ersteren Art die finnischen Pegel, die von Greifswalde, Stralsund und Wismar; zu der zweiten die von Memel, Pillau, Königsberg, Neufahrwasser, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Kolbergermünde, Swinemünde, dem Wittower Posthause und von Glowe auf Jasmund; der Pegel von Barhöft, in einem beinahe ganz versandeten Fahrwasser gelegen, schliesst sich aus gleich anzuführenden Gründen dieser zweiten Art an.

Betrachten wir uns die so den lokalen Verhältnissen nach eingetheilten Beobachtungsstationen näher, so findet sich, dass nur an den Pegeln, welche es, wie die finnischen, mit der blossen See zu thun haben, deren Spiegelstand zu relativ reinem Ausdrucke kommen, dass aber bei den andern, bei denen zur See ein hinterliegendes Binnenwasser mit theils sogar starkem Süsswasser-Zuflusse oder solcher auch allein hinzukommt, von unverfälschten Angaben in Rücksicht der eigentlichen Seespiegelhöhe gar keine Rede sein kann, woraus denn folgt, dass die Mehrzahl der südbaltischen Beobachtungs-Stationen weder für den ursprünglichen noch unseren Zweck geeignet waren und sind. Wie so das?

Nehmen wir den Fall mit hinterliegender grosser Wasserfläche, die von Flüssen gespeist wird, wie es bei Memel, Pillau, Königsberg und Swinemünde sich verhält. Das Kurische Haff an ersterer Stelle, das Frische an zweiter, das Kleine und Grosse an dritter empfangen einmal von den einmündenden grossen Flüssen eine Menge Wassers, die stets in die Ostsee an engen Verbindungsstellen abfliesst. Innerhalb dieser engen Abflusskanäle nun stehen gerade die Pegel. Wenn die Flüsse selbst nicht gleichmässig mit der etwaigen Senkung des Seespiegels an Niveauhöhe verlieren, so führen sie dem Meere fortwährend ein gleiches Durchschnittsquantum Wassers zu, welches an der engen Ausflussöffnung in die See eine kleine Steigerung jedes Spiegelstandes veranlassen muss. Nun aber führen alle Flüsse, die grossen am meisten, Sedimente mit, die sie im Binnenwasser und an dessen Mündung in die See absetzen. Der Boden wir erhöht, die über ihn hin-

laufende Wassermenge bleibt aber dieselbe, folglich muss der Spiegel des Binnenwassers und seiner Abflussstelle an Höhe wachsen und die Ablesungsziffern des Pegels über ihre richtige Grösse emportreiben, d. h. eine zeitlang ein Gleichmaass derselben veranlassen, ob auch der Meeresspiegel sinke. Dazu kommt aber noch, dass, wie schon besprochen, die Meerfluten, so schwach sie auch nach täglichen Unterschieden in der Ostsee sind, doch im Laufe des Jahres dort nachgewiesenermaassen dieselben dauernderen Schwankungen erzeugen, wie im offenen Ozeane, dass deshalb deren Maximalstände, gegen das Binnenbassin oder die Flussmündung sich ausgleichend, dort mit grosser Wucht eindringen, in Folge dieser Wucht auch über den durch Sedimente erhöhten Boden mit denselben Massen, wie über den früheren niedrigeren, da sie nicht nach dem Raume fragen, in welchen sie sich fortpflanzen sollen, sondern lediglich dem treibenden Massengewichte folgen. (Letzteren Sachverhalt beweisen zur Genüge die Erscheinungen in unteren Flussläufen, *rats de mer* genannt, welche darin bestehen, dass eindringende Flutwellen, an tiefen Stellen fast unsichtbar, an seichten dagegen plötzlich emporspringen und einen Wasserberg flussaufwärts wälzen. Genannte Umstände führen an ihren Stellen sogar zu Erhöhungen der Mittelzahlen, wenigstens aber zu einer lokalen scheinbaren grösseren Stabilität der Meereshöhe, als sie der offenen See eigen ist, daher zu falschen Resultaten für grössere Zeiträume, deren Umkehr zum Richtigeren erst nach bedeutenden Schritten der Seespiegel-Senkung eintreten kann.

Von blossen hinterliegenden Binnenwassern ohne Süsswasserzufluss, wie bei Glowe und dem Wittower Posthause auf Rügen, gilt das zuletzt Gesagte ebenfalls in so fern, als die See selbst ihre Mündungen mit Sand allmälig verstopft.

Bei Stationen, wie namentlich Neufahrwasser, dann aber auch Stolpe, Rügenwalde und Kolberg haben wir den Fall der Versandung, deren steigernder Einfluss auf die scheinbare Mittelhöhe der See dem wirklichen Sinken derselben bis jetzt gerade die Wage hält. Bei Barhöft schlagen die Randwellen mit derselben Gewalt über einen stetig sich erhöhenden Boden hin und erzeugen in demselben Maasse wachsende Mittelziffern (um 1 Zoll in 19 Jahren), bis endlich einmal die Wellen diesen Sandstrich gar nicht mehr erreichen werden, ein Fall, welcher alle Jahre an Hunderten von ähnlichen Orten vor unsern Augen eintritt.

Nach dieser Sichtung der Beobachtungsstellen betreffs des Werthes ihrer Reihen mittlerer Seehöhen erübrigt nun noch die mit Zuverlässigkeit auf einige Reihen zu gründende

Feststellung des ungefähren Maasses heutiger Wasservorsetzung.

Wir haben uns bei derselben, wie schon erwähnt, an die finnischen Pegel, sowie an die von Memel, Greifswalde, Stralsund und Wismar zu halten. Sie sprechen denn auch mit befriedigender Uebereinstimmung im Sinne unserer Berechnungen.

Wenn sich bei Memel auch der Einfluss des Kurischen Haffs und des Niemen in der besprochenen Weise geltend macht und nicht bloss das Sinken der Tiefstände, sondern auch, wie selbstverständlich, der hohen mittleren Spiegel verlangsamt, so tritt dort doch die Verringerung der mittleren Seehöhe deutlich und rein genug hervor, um zu einem Maasse zu dienen, das nur einer gewissen Korrektur bedarf. Die langsame Senkung beträgt bei Memel, wie schon mitgetheilt, in 54 Jahren, im Durchschnitte für Hoch- und Tiefstände, 1′ 3″,35.

In Folge des für das Jahr 1811 bei den Berghaus'schen Kurven hervortretenden ungleichen Verlaufes derselben in den beiden Häfen Memel und Pillau, welcher Verlauf weiterhin durch die 30 Jahre stets fast identisch ist, hat sich bei uns ein grosses Misstrauen gegen die für 1811 gegebene, ungewöhnlich hohe Mittelzahl von 2′ 11″,87 ausgebildet. Nehmen wir sie daher um einige Zoll tiefer, oder lassen wir den mittleren Seespiegel von 1813, 2′ 6″,22, als Anfangsmarke gelten, so würde das gegen 1863, also auf 50 Jahre, eine Senkung von 2′ 6″,22 — 1′ 8″,45 = 9″,77, im Jahrhundert eine von 2′ 9″,77 = 1′ 7″,54 ergeben.

Wenn wir bei Greifswalde, Stralsund und Wismar jedesmal den Zeitraum von einer Mondkonstellation zu einer ähnlichen als Maass nehmen und den hohen Spiegel von 1851 mit dem hohen von 1863 vergleichen, so findet sich an ersterer Stelle eine Abnahme von

4′ 4″,10 — 4′ 2″,45 = 1″,65 in 12 Jahren, von 13″,75 im Jahrhundert,

an der zweiten eine solche von

3′ 11″,11 — 3′ 9″,36 = 1″,75 in 12 Jahren, von 14″,58 im Jahrhundert,

an der dritten eine Senkung von

5″,87 — 3″,30 = 2″,57 in 12 Jahren, von 21″,42 im Jahrhundert.

Bei Wismar liegt ein Maximalspiegel indessen erst auf 1864. Dieser zu Grunde gelegt, findet sich dort eine Abnahme von 5″,87 — 3″,85 = 2″,02 in 13 Jahren, von 15″,54 im Jahrhundert.

Bei den fünf verwendbaren finnischen Reihen von dem Seespiegelstande einer Mondkonstellation bis zu dem einer gleichen messend, haben

wir den Raum von 1860 bis 1870, also von einem Tiefstande zu einem anderen.

Der Pegel zu Porkala gibt uns
52″,61 — 51″,89 = 0″,72 für 10, 7″,2 für 100 Jahre.

Derjenige auf Hangöudd liefert
40″,62 — 39″,81 = 0″,81 für 10, 8″,1 für 100 Jahre.

Im Jungfrusund haben wir
34″,86 — 34″,26 = 0″,60 für 10, 6″,0 für 100 Jahre.

Auf der Lypörtö ergeben sich
45″,87 — 43″,96 = 1″,91 für 10, 19″,1 für 100 Jahre.

Auf Lökö endlich resultiren
48″,74 — 45″,96 = 2″,78 für 10, 27″,8 für 100 Jahre.

Ist auf diese Weise die graduelle Senkung des Spiegels der Ostsee an allen geeigneten Pegeln konstatirt, so ist damit auch zugleich ausgesprochen, dass wir es allenthalben rings herum, namentlich an den äusserst seichten finnischen Ufern, mit einer stehenden Unrichtigkeit der Resultate zu thun haben. Sie werden alle an dem das Maass der Senkung theils verdeckenden Umstande leiden, dass das Randwasser in Folge seines Impetus bei wachsender See über den sich von unten nähernden Boden doch noch immer in nahezu gleichbleibender Masse hinfliesst und, obschon später auf sein richtiges Niveau (aber nicht etwa oszillirend tiefer) zurückfliessend, höhere Notirungen veranlasst, als die richtigen sein würden.

Nur gradweise Verschiedenheiten der Seichtigkeit des Wassers können die abweichenden Resultate der sonst so günstigen, einander nahen und ähnlichen finnischen Pegel erklären.

Kürzere Reihen sind natürlich auch schon eben wegen ihrer Kürze weit unzuverlässigere Anhalte für eine richtige Schätzung des säkularen Senkungsbetrages, als längere, und so wird immer die Memel'er Reihe, als die vertrauenswürdigste der drei langen, unsere beste Stütze bleiben.

Da nun bei Memel auch schon, wie früher in einer Liste aufgeführt und auf unserer Tafel II sofort ersichtlich, die Schwankungsweiten der Mondperiode sich im Laufe der 54 Jahre von 10 auf etwa 5 Zoll verringert haben, also schliesslich die Mittelzahl höherer und tieferer Jahresstände aus den bekannten Gründen zu hoch geblieben ist, so wird man das Maass dieser Erhöhung, etwa 5 Zoll, ruhig dem gefundenen Betrage der Senkung des Spiegels im Jahrhundert zufügen und dieselbe zu 1′ 7″,54 + 5″, also in runder Zahl zu 2 Fuss annehmen dürfen.

2 Fuss im Jahrhundert würden, Gleichmässigkeit in der Bewegung vorausgesetzt, in 1000 Jahren 20, in 10,500 Jahren 210 Fuss ergeben, ein Maass, dessen starke Hälfte, über dem heutigen Seespiegel der Nordhemisphäre liegend, uns die Höhe bezeichnete, bis zu welcher bei der letzten nordwärts gerichteten Versetzung der Ozean hinaufgestiegen sei.

Höchst lehrreich und bedeutsam ist es nun, dass wir auch Thatsachen aus alter historischer Zeit haben, welche uns einen sicheren Anhalt für den Nachweis einer dem Gefundenen entsprechenden grossen allgemeinen Senkung des Seespiegels der Nordmeere in einem viel längeren Zeitraume bieten. Diese Thatsachen können nur dem Mittelmeere angehören, über welches hinaus sich die alten griechischen und römischen marinen Niederlassungen nicht erstreckten.

20 Fuss Senkung im Jahrtausend würden für 2000 bis 2500 Jahre 40 bis 50 Fuss betragen. Dass nun wirklich in einem solchen Maasse das Mittelmeer, also auch der nordische Gesammt-Ozean, abgeflossen ist, wird durch Veränderungen des Verhältnisses zwischen Land und Wasser bei Ephesus, Milet, Tunis (Utica) und Pompeji auf's deutlichste bezeugt. An diesen vier Orten, entgegengesetzten Ufern desselben grossen Bassins angehörend, steht der Wasserspiegel heute zirka 40 Fuss tiefer, als vor 2000 Jahren.

Die letzten Jahre gerade haben uns werthvolle Feststellungen über diesen Umstand gebracht. Ueber den Unterschied der alten und jetzigen Seespiegelhöhe bei Ephesus und Tunis (Utica) sind die Angaben theils in einem schwedischen Werke: Minnen och Anteckningar från Angkorvetten Gefles Expedition till Vestkusten af Afrika och Medelhafvet, Åren 1864—65, SS. 163 bis 175, S. 283 ff., theils in der Zeitschrift „Globus" enthalten, und zwar dort über Ephesus, nach Prof. Stark, in Nr. 4 des Jahrganges 1872, S. 52, über Utica nach Baron v. Maltzan und Daux in den Nummern 2 und 3 des Jahrganges 1872. Zur Erläuterung der Angaben ist im „Globus" für Ephesus ein Plan der heutigen Verhältnisse beigegeben, für Utica neben einem Bilde aus der Vogelperspektive auch noch eine von Daux versuchte Restauration der alten Stadt und ihrer Umgebungen.

Bei Ephesus wie bei Utica sind in deutlichen und zum Theil noch zusammenhangenden Resten die alten Umfassungsmauern der Häfen erhalten, in welche vor 2000 bis 2500 Jahren die Schiffe direkt aus der

See einliefen. An beiden Orten sind diese Häfen nunmehr trockene oder versumpfte Stellen, von denen der heutige Meeresrand viele Tausende von Fussen, bei Utica sogar über eine deutsche Meile entfernt ist. Ein gleich breiter Rand, welcher deutlich die Spuren neuerer Trockenlegung an sich trägt, umsäumt die afrikanischen Ufer, so weit der Blick schweifen kann. Ist nun auf einen Streifen entwässerten Landes von solcher Beträchtlichkeit immer mindestens ein Abfall von 20 Fuss zu rechnen (Näheres darüber fehlt in den Berichten), so hat man die Tiefe des ehemals überstehenden Wassers sicher auf nicht weniger anzuschlagen, weil sonst bei den plumpen Fahrzeugen des Alterthums, mit bedeutendem Tiefgange, jeder unruhige Spiegel die Schifffahrt dort unthunlich und also die Häfen unbrauchbar gemacht hätte.

Ueber Tunis (Utica) enthält das schwedische Buch auf S. 283 noch eine hier wichtige Notiz, insofern sie uns nämlich ein Urtheil über die Allmäligkeit der Senkung des Meeresspiegels an die Hand gibt. Der See El Bahira bei Tunis war demnach ehemals ein Hafen von bedeutender Tiefe, mit dem Mittelmeere durch einen natürlichen Kanal verbunden und noch zu Belisar's Zeit, im 6. Jahrhundert nach Christo, so wassererfüllt, dass dieser Feldherr mit 600 Fahrzeugen durch besagten Kanal hineinfahren und sicher ankern konnte. Tausend Jahre später dagegen vermochten schon die Truppen Mulei Hassan's, von Karl V. aus Goulette (neben El Bahira gelegen) gejagt, durch eben diesen Kanal und Hafen hindurchzuwaten.

Bei Milet, nicht sehr weit südlich von Ephesus, wo im Alterthume ein tiefer Busen in das Land eindrang, in welchen der Mäander mündete, stand damals das Wasser jedenfalls in gleichem Maasse höher gegen jetzt, wie bei Ephesus, denn die ganze tiefe Bucht ist vollständig trockenes Land geworden, dessen Anschwemmung nur eine zügellose Phantasie dem verhältnissmässig sehr kleinen und kurzläufigen Mäander zuschreiben könnte.

Pompeji, welches dicht am Meere, wahrscheinlich auf einer Insel lag und bekanntlich ein Hafenort für die östlicheren Nachbarorte war, befindet sich jetzt eine starke Viertelstunde vom Ufer entfernt (siehe Overbeck's Pompeji, S. 11). Die See muss also dort vor 2000 bis 2500 Jahren mehre Stunden weit nach Osten hin das Flachland überflutet haben, um bei Pompeji schiffbar zu sein, wofern man nicht einen noch unentdeckten künstlichen Hafen voraussetzen will.*)

*) Die Insel, auf welcher das neuere Tyrus stand, ist längst zur Halbinsel geworden. Zur Zeit Alexander's trennte sie 20—30 Fuss tiefes Wasser vom Festlande.

An diese dem Mittelmeere angehörenden Thatsachen, zu denen eine bezügliche Forschung jedenfalls sehr zahlreiche andere hinzufügen würde, schliesst sich eine für die Ostsee sprechende an. Ein dort neulich gemachter Fund beweist auch für sie, und zwar auf besonders schlagende Weise, die andauernde Spiegel-Erniedrigung innerhalb eines beträchtlichen Zeitraumes. M. Bischoff berichtet und raisonnirt über diesen Fund in der Leipziger Illustrirten Zeitung vom 18. Januar 1873, wie folgt:

„Der gesteigerte Verkehr im Danziger Hafen machte es nothwendig, eine Erweiterung desselben vorzunehmen; es wurde deshalb die Anlegung eines neuen Hafenbassins bei dem Dorfe Brösen und dem neuen Fort desselben Namens in Angriff genommen. Bei Ausgrabung dieses Bassins, welche damit begann, auf der Begrenzung desselben einen zirka 15 Fuss tiefen Graben zu ziehen, entdeckte man im tiefen Seesande das Wrack eines ehemals hier gestrandeten, noch wohlerhaltenen Fahrzeuges; nur in der Mitte war es gebrochen und ohne Decktheile. Die Lagerungsstelle desselben war von dem heutigen Strande 1000 Fuss landeinwärts entfernt, und die Tiefe von der gegenwärtigen Oberfläche des Bodens bis zum Kiele des Wracks betrug zirka 15 Fuss. Diese beiden Situationsmaasse geben einigen Anhalt, um das Alter des Fahrzeuges zu bestimmen.

„Die älteste Karte der Weichselmündung von 1651 bezeichnet die Stelle des Wracks schon als Land, während die heute mit üppiger Waldpracht geschmückte Westerplatte, eins der besuchtesten Seebäder Danzigs, darauf noch als seichte Sandbank verzeichnet ist. Die Weichsel mit ihrem starken Gefälle und schnellen Strome und dem alljährlich stattfindenden Eisgange, dessen 4 bis 5 Fuss starke Schollen den Flussboden durchpflügen, lagerte an ihrer Mündung die mitgeführten Erdstoffe ab und verursachte so das Anwachsen des Strandes. Wenn die Westerplatte 200 Jahre gebraucht hat zur Bildung einer festen, mit Vegetation bedeckten Halbinsel, so können wir annehmen, dass die Wrackstelle, welche vom Strande in dreimal so grosser Entfernung liegt, wie die Westerplatte, wohl auch die dreifache Zeit, also 600 Jahre bedurft hat, um sich in festes Land zu verwandeln. Die tiefe Lagerung von 15 Fuss bestätigt nicht nur die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme, sondern lässt sogar noch ein höheres Alter möglich erscheinen.“ Weiter wird noch das Vorhandensein zweier Gerippe und einiger Utensilien berichtet und die Bauart des alten Schiffes beschrieben.

Unsere Schlüsse aus den angegebenen Verhältnissen sind die nachstehenden:

Das Fahrzeug ist verunglückt und nicht etwa an den Strand gezogen worden, denn es fanden sich Gerippe darin.

Es ist oben eine kurze Strecke weit abgefault, dagegen unten unversehrt gefunden worden, daher kann es nicht hoch über Wasser geworfen worden, sondern höchstens bei Tiefständen einen Fuss oder zwei entblösst worden sein; denn Holz verfault nur im Wasser nicht, wohl aber über demselben bis an seine Oberfläche. (Siehe Lyell's „Reisen in Amerika").

Der Kiel lag 15 Fuss unter der höchsten Schicht des deckenden Sandes, folglich schwemmte das Meer diesen Sand über das Wrack und musste selbst mehr als 15 Fuss über dem Kiele stehen, als es die höchste Sandschicht anschwemmte.

Von dieser Höhe ist der Seespiegel nach der Einschwemmung so weit herabgesunken, dass die Stelle des Wracks 1000 Fuss vom heutigen Strande liegt, daher der Senkungsraum seit der vollendeten Einschwemmung durch den vertikalen Abstand zwischen dem heutigen Seespiegel und einem ein paar Fuss über der höchsten deckenden Sandschicht liegenden Punkte, oder durch die Böschung von da bis zum 1000 Fuss entlegenen Meeresspiegel gemessen wird.

Da uns eine gefundene Kompasslampe, eine eiserne Kugel und ein verziertes Trinkglas auf ein Alter von höchstens etwa 7—800 Jahren schliessen lassen, so würde man aus der Vergleichung der beiden Seespiegelhöhen mit einem Theile dieses Alters (dem seit der Einschwemmung verflossenen) den Jahresbetrag des Seeabfalls mit ziemlicher Genauigkeit ersehen können. Leider sagt der Bericht nichts über die Höhenunterschiede zwischen der Oberfläche der Fundstelle und dem heutigen Niveau des Meeres. Die Notiz über die Westerplatte scheint uns an Beweiskraft rücksichtlich des stetig fortschreitenden Senkungsvorganges nicht übertroffen werden zu können, denn offenbar entbehrt die Ansicht Bischoff's über die Ursache des Rückzuges der See allen Haltes. Wir kennen an besonders sedimentreichen Flüssen jährliche Anschwemmungsschichten von $^1/_2$, 1 und was bis jetzt noch sehr zweifelhaft blieb, $1^1/_2$ Linien Dicke; er schreibt der Weichsel mit seiner Behauptung eine jährliche Absatzschicht von mindestens $3^1/_2$, wenn nicht 7 Linien zu.

11. Kapitel.

Wie bestimmt sich die Grenze der Wasserversetzung von einer Halbkugel auf die andere, von welcher Grenze an dann das Gegentheil eintritt?

Wie schon wiederholt erwähnt, wird das durchschnittliche spezifische Gewicht der festen Erdstoffe auf 5,44 zu 1 des Wassers berechnet, d. h. also: ein Volumen dieser Stoffe braucht nur 1 zu sein, um einem 5,44mal so grossen Volumen Wassers das Gleichgewicht zu halten. Denken wir uns alles Wasser der Erde auf eine ihrer Halbkugeln versetzt und auf derselben eine dicke Schale bildend, so würde eine 5,44mal so dünne obere Erdschicht der anderen Halbkugel, wenn sie genau das Durchschnittsgewicht der Erdstoffe repräsentirte, ihr Gewichtsmoment balanciren. Eine einer solchen dünnen oberen Erdschicht entsprechende Scheibe, an der Schnittfläche des Aequators nach der wasserbedeckten Halbkugel hin liegend, würde den Schwerpunkt der Erde von dieser angenommenen Schnittfläche trennen, der Schwerpunkt also von dem geometrischen Zentrum des Erdsphäroids nach der überfluteten Hemisphäre hin nur nach Maassgabe des Verhältnisses der betreffenden spezifischen Gewichte entfernt sein.

Eine Wasserversetzung bis zu diesem Grade wäre aber schon nie zu erreichen deshalb, weil der Schwerpunkt immer das genaue Zentrum der Wasser-Hohlkugel oder vielmehr des Wasser-Hohlsphäroids sein, dieses also auch immer einen grossen Theil der trockenen Halbkugel mit bedecken muss, wenn diese zum Schwerpunkte nur ein wenig unsymmetrisch liegt. Es wird also einen Punkt geben, an dem die dauernde Wasserumlage nach einer Halbkugel hin aufhört. Es ist der, in welchem sich der Schwerpunkt der Erde aus dem Grunde nicht mehr verrücken lässt, dass das Wasser-Hohlsphäroid seine symmetrische Gestalt verlassen müsste, um dem noch ferner trocken zu legenden Lande der entfluteten Halbkugel das Gleichgewicht zu halten. Eine so erwachsende Unsymmetrie des Wassermantels der Erde ist aber eine Unmöglichkeit, folglich bedingt der Punkt ihres Anfanges die Grenze der Wasseranhäufung auf einer Halbkugel.

Aber auch diese Grenze wird nicht einmal erreicht. Die Erde rotirt, und der grössere Schwung des Aequators treibt dahin einen dickeren Wasserring, welcher sich über beide Halbkugeln hin auf gleich breite Zonen erstreckt und also das unversetzbare Wasser vermehrt.

An dem genannten Punkte also, dem durch die Rotation der Erde noch ein Beträchtliches an Latitude entzogen wird, kommt die Versetzung zu einem Halte, von welchem an die Umkehr eintritt. Wie so?

Nach der Wasser-Hemisphäre wird nichts mehr versetzt. Alle Wellen gleichen sich auf ihr und von ihr zurück für sie wirkungslos aus. Nach der Landhemisphäre hin finden die Anhäufungen dagegen in ihrem vollen Betrage statt.

Der äusserste Punkt der Wasserversetzung ist natürlich langsam erreicht worden, d. h. beim Herannahen an denselben sind die nach der überfluteten Halbkugel hin gezogenen Wasserzusätze immer unbedeutender ausgefallen, die nach der entfluteten sind dagegen sich gleich geblieben und um so wirksamer geworden, als immer weniger und zuletzt gar kein Wasserverlust mehr ihrer Thätigkeit entgegenwirkte.

Nun wird man aber fragen müssen: Wesshalb bleibt denn nicht von nun an die Wasserhalbkugel dieselbe in alle Ewigkeit? Wird nicht immer wieder, sobald ein wenig Raum durch Rückversetzung entsteht, derselbe durch die unablässige Wirksamkeit von Mond und Sonne aufgefüllt?

So könnte es allerdings im ersten Augenblicke scheinen, aber es ist nicht so. Der Schwerpunkt der Erde ist nur ein einziger. Seine Verlegung hängt von den Gewichtsveränderungen an ihrer Oberfläche ab. Sind diese nun nach einer Halbkugel hin gar nicht im Gange, nach der anderen in vollem Maasse und addiren sich also ohne Abzug, so wird der Schwerpunkt nach der begünstigten Seite hin verlegt im Verhältnisse der alleinigen oder überwiegenden Wasserversetzung und so lange, als nicht die monatlich und jährlich hin und her transportirten Ausgleichungs-Ueberschüsse sich die Wage halten. Umkehr der Versetzung durch Erreichung der Grenze auf einer der Halbkugeln kann nun an jedem Punkte einer Sonnen-Umsetzungs-Periode eintreten. Sie würde aber wieder zum Stillstande kommen da, wo der Vortheil der überfluteten Halbkugel (grössere Wasserfläche) dem Vortheile der entfluteten (volle Versetzungs-Ueberschüsse) gleich käme, wenn nicht eben die Perioden der Sonnen- und Mondwirkungen existirten. In Folge derselben ist Ruhe niemals und nirgends gestattet, aber es kommt darauf an, wohin die stärkeren Kräfte gerichtet sind. Fällt ihr Uebergewicht auf die Halbkugel, wo vorher eine Grenze erreicht gewesen, darauf in Folge dessen Rückversetzung und neues Gleichgewicht der Wirkungen, also Stillstand der Versetzung, eingetreten war, so führt das Mehr der Kräfte von neuem Füllung bis zum Grenzpunkte herbei. Fällt der Kraftüberschuss aber auf die entwässerte Halbkugel, so verhindert er den ge-

dachten Stillstand und bewirkt Rückversetzung während der ganzen Periode seiner Lage in diesem Sinne.

Langsam und vielleicht erst nach vielen Perioden des Hin- und Herganges der günstigen Perihellage wird so ein Punkt erreicht werden, in welchem die Hemisphären gleich wasserbedeckt sind, und nun kommt es darauf an, wohin gerade die stärksten Anziehungen fallen. Dort wird sich bald ein kleines und langsam ein grösseres Uebergewicht des Wassers bilden und nun die Vortheile desselben für die Versetzung bieten. Der Mond wird mithelfen, diese Halbkugel wieder rascher anzufüllen, wenn sie die letztüberflutete, oder neu zu überfluten, wenn sie die letztentwässerte war.

Mittlerweile hat aber mit jeder Perihel-Periode der Seespiegel auf beiden Halbkugeln geschwankt, nur freilich in einem geringeren Maasse.

Für die Zeiträume grösserer und grösster Exzentrizitäten der Erdbahn wird natürlich der Höhenunterschied der Sonnen-Parallelwellen in den Halbjahren grösser, die jährlich versetzte Wasserschicht dicker und demgemäss auch die schliessliche Summe bedeutender sein. Die Grenzen der grossen Schwankungen werden also bei grösserer Exzentrizität rascher, bei kleinerer langsamer erreicht.

Wir erkennen also lange Perioden zwischen Versetzungsgrenze hier und dort, mit vielen kleineren Schwankungen (den 21tausendjährigen Perioden) dazwischen, ganz nach Analogie der gegen die Mondperioden verzögerten Schwankungen des Gleichgewichts der Erde, wie sie uns bei den Ostseereihen im Vergleiche mit den Ephemeriden-Serpentinen der Tafel II entgegengetreten sind.

12. Kapitel.

Ein Widerspruch unserer Theorie gegen thatsächlichen Befund gehoben, und ein weiterer geologischer Sachverhalt erklärt.

Der Widerspruch, welcher zwar von anderer Seite noch nicht angedeutet worden, uns aber im Verlaufe der früheren Untersuchungen aufgefallen und namentlich durch die Rechnungen immer deutlicher entgegengetreten war, bestand in Folgendem:

Wenn auch, wie wir im Entwurfe der Theorie annahmen, der Niveauunterschied der Meere beider Halbkugeln nach einer $10^1/_2$tausendjährigen Halbperiode des Perihels an 900 Fuss betrüge, so würde damit noch immer lange nicht eine völlige Umkehr der heutigen Wasser- und Landvertheilung eingetreten sein. Bei dem Unterschiede der Meerestiefen auf beiden Halbkugeln, wie er sich jetzt findet, würde nach Abzug von 450 Fuss im Süden, nach Zusatz von ebenso viel im Norden, ein bedeutendes Uebergewicht des Wassers auf ersterer Erdhälfte übrig bleiben, denn nach den Ergebnissen der Tieflothungen auf nördlicher und südlicher Hemisphäre herrscht auf der letzteren augenblicklich eine Meerestiefe von durchschnittlich etwa 14—16000 Fuss, während auf ersterer 6—8000 Fuss wohl den mittleren Betrag der Wassermächtigkeit ausdrücken dürften. Gegen die Annahme eines grösseren heutigen jährlichen Zuwachses im Süden, als 6 Linien (das in der Theorie auf's Gerathewohl supponirte Maass) sperrte sich schon die oberflächlichste Beobachtung. Unsere Theorie erklärte also unvollkommen, und das war ein schlimmer Umstand, der fast ihre Beseitigung gebot.

Hierzu kamen nun noch Thatsachen der Geologie, welche auf ein geringeres Maass der $10^1/_2$tausendjährigen Versetzungsschicht hinwiesen. Die letzte Ueberflutung der Nordhalbkugel ist augenscheinlich nicht so sehr bedeutend gewesen, ja eine Reihe der letzten Wasserversetzungen nordwärts sind offenbar weit unter dem Maasse von 800 Fuss geblieben.

Feststellungen Lyell's in Kanada, auf den Appelachenkämmen etc., Beobachtungen in Skandinavien, in den Alpen etc. sprachen dagegen wieder für Ueberflutungen, welche einen den jetzigen um einige tausend Fuss an Höhe übertreffenden Seespiegel hergestellt haben. Ferner deuteten die mächtigen Schichten rein mariner Absätze, welche sich in den geologischen Formationen in vielfacher Wiederholung zwischen dünngeschichteten Süss- und Seewasser-Niederschlägen finden, die mächtigen Kalk- und Gypsmassen tiefer Stufen, die dicken Lagen des flötzleeren Sandsteines der Kohlen, das Rothliegende über denselben, die gewaltigen Salzstöcke mittlerer Stufen, die Jurabildungen, die Kreide, die Nummulitenschichten der unteren Tertiärformation, die noch höheren marinen Thone etc. handgreiflich unendlich lange, ununterbrochene Seebedeckungen an, welche wir noch immer genöthigt waren alleinigen Bewegungen des Bodens zuzuschreiben. Wie war das alles, wie waren diese durch Beobachtungen konstatirten weiteren Grenzen der Schwankungen mit den ebenso sicheren engeren, in andern Schichtenfolgen ausgesprochen und durch den Augenschein der Gegenwart an die Hand gegeben, zu vereinigen?

Die Rechnung und die Diskussionen der Ostseereihen boten den Schlüssel, wie wir gesehen haben. Sie sagten: Innerhalb 21,000 Jahren vollzieht sich immer eine geringere Schwankung des Seespiegels, wie sie sich in den zunächst älteren bis zur frühen Tertiärzeit hin ausspricht. Innerhalb eines viel längeren Zeitraumes aber erfolgt eine grosse Wasserversetzung, welche die äussersten Grenzen der Möglichkeit erreicht, die Erscheinung der mächtigsten marinen Ablagerungen erklärt und so die bisher noch immer unerlässliche Annahme hemisphärischer Boden-Oszillationen unnöthig macht, so dass für die Störungen des Festen nur eine einzige Bewegung, die der graduell abnehmenden ungleichen Senkung übrig bleibt.

Nachträge.

I.

Obschon die eine Hälfte unserer Theorie, die säkulare und mit der Wasserumsetzung gleichzeitige Zonenverschiebung nicht mit zum Thema der vorliegenden Schrift gehören soll, so halten wir es doch für geeignet, in einer zusätzlichen Besprechung auch auf diesen Gegenstand zu kommen im Anschlusse an die Beleuchtung eines Einwandes namentlich gegen die dauernde Wasserversetzung auf der Erde durch kosmische Einflüsse.

Dieser Einwand ist von Dr. George Pilar zu Agram in einem Vortrage am 5. März 1872 zu Wien gemacht worden und dem wesentlichen Inhalte nach in den „Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt", Jahrgang 72, Nr. 5 enthalten.

Dr. Pilar sagt in dem Berichte: „Nimmt man auch mit Schmick „an, dass die stärkste Anziehungskraft der Sonne, welche in der Jetzt„zeit auf die südliche Halbkugel wirkt, dort grössere Wassermassen im „Verlaufe von 6 Monaten zusammenziehe, als es auf der anderen Halb„kugel während der andern 6 Monate geschehen würde, so bleibt noch „immer zu beweisen übrig, dass die südliche Halbkugel bloss des„halb auch bewässerter sein sollte. Nach dem Gesetze der nothwendigen „Konzentrizität der Dichtigkeiten bei flüssigen Massen gibt es für die ge„gebene Erdform nur einen einzigen Gleichgewichtszustand der Meere. Wirkt „irgend welche geozentrische (soll wohl heissen: exgeozentrische) Kraft „störend auf denselben ein, so entsteht allerdings ein neuer Gleichgewichts„zustand, der aber mit der Ursache verschwinden muss. Zwar wurden „mehre Gründe angeführt, wesshalb diese Ausgleichung nicht stattfinden „könne: Zuerst meint Schmick, würden sich die stetigen ost-westlichen „Strömungen des Meerwassers in der Aequitorialzone, durch stetige ost„westliche Flutbewegung erzeugt, der Ausgleichung wie eine Scheidewand

„entgegensetzen. Da aber eine solche Scheidewand nicht besteht, wie es „die verschiedenen von der Südsee genährten Meeresströmungen beweisen, „so verliert jenes Argument seine Beweiskraft. Ebenso wenig kann von „einer durch das Mehrquantum der Gewässer auf der südlichen Halbkugel „veränderten Gleichgewichtslage die Rede sein, eben auf Grund der oben „erwähnten nothwendigen Dichtigkeits-Konzentrizität der Flüssigkeiten.“

Wir wollen von vorn herein bemerken, dass wir selbst den in dem ersten Entwurfe der Theorie für das Festhalten der versetzten Gewässer angeführten Umstand ost-westlicher äquatorialer Strömung bei weiterem Nachdenken als unhaltbar, aber auch unnöthig, haben fallen lassen. Unsere in dieser vorliegenden Schrift enthaltenen Entwickelungen über die wahren Ursachen, warum das versetzte Wasser einer Halbkugel zum Theil dauernd angehören muss, dazu aber vor allem die in den australischen Kurven und den baltischen mittleren jährlichen Seespiegelhöhen ausgesprochenen thatsächlichen Verhältnisse, enthalten nun zwar schon die Widerlegung Dr. Pilar's rücksichtlich der behaupteten Unmöglichkeit einer dauernden Wasserversetzung, aber es wird doch wohl am Platze sein, die Gründe gegen seine Ausführungen noch einmal kurz zusammenfassend zu wiederholen.

Wenn Dr. Pilar zugibt, wie er es doch thut, dass überhaupt Wasser durch exgeozentrische Einflüsse versetzt werden könne, so gibt er damit auch zu, dass es in seiner neuen Lage nach Maassgabe des veränderten Gleichgewichts festgehalten werde. Umlegung einer Wasserschicht von einer Halbkugel zur anderen, die auf der entgegengesetzten Halbkugel nicht ein Gegengewicht findet, muss nothwendig den Gleichgewichtszustand der Erde im Sinne der Umlage verändern nach Maassgabe des Gewichtsmomentes der versetzten Masse. Die Wasser-Hohlkugel wird zur festen etwas nach der Versetzungs-Richtung hin verschoben, wonach sich selbstverständlich auch die Dichtigkeits-Konzentrizität der Gesammt-Meergewässer ändert. Nun ist es völlig undenkbar, dass die Erde selbst, aus eigener Kraft, ihren Schwerpunkt wieder in eine frühere Lage zurückversetze und dadurch völlige Ausgleichung der gestörten Meere herstelle. Es geschieht das wohl immer sofort in dem Maasse, wie die feste Erde vermöge ihres grösseren spezifischen Durchschnittsgewichtes gegen Wasser (und jedenfalls auch der ein wenig schwereren komprimirten unteren Wasserschichten der See) sich der dauernden Wasserversetzung entgegenstemmt, aber nicht über dieses Maass hinaus, und um wieviel ihr Schwerpunkt wirklich verlegt werden kann und muss, um so viel ändert sich nothwendig für immer, d. h. bis zur Rückversetzung, die bewegliche Wasser-Hohlkugelfläche und die vom Schwerpunkte abhängige

Konzentrizität der Gewässer. Es handelt sich also einzig um den Nachweis, dass überhaupt Wasser durch Mond und Sonne versetzt werde, und er ist thatsächlich durch die Diskussionen der Sydney'er Kurven und der baltischen Pegelablesungen geliefert worden.

Dr. Pilar, indem er die Wasserumsetzung durch Mond- und Sonnenanziehung ablehnt, sucht die Ursachen eines heutigen Uebergewichts der Meere im Süden in einem anderen Umstande, nämlich, nach Adhemar, in einer ungeheuren Anhäufung von Eis um den Südpol. Er gibt unsere säkulare Temperaturschwankung von Hemisphäre zu Hemisphäre zu, steigert dieselbe aber in Bezug auf polare Eisbildung zu einem kolossalen Uebermaasse, an welches wir nicht im entferntesten gedacht haben, und dessen Annahme nicht bloss durch nichts gestützt, sondern dem auch durch die Südpolar-Forschungen auf das entschiedenste widersprochen wird. Dieses Uebermaass einer antarktischen Eisproduktion verwendet Dr. Pilar sodann wieder in gleich übertreibender Weise als statisches Moment bei der Gleichgewichtsfrage der Erde.

Er nimmt also zunächst über ungeheure Strecken der Südpolarregionen hin eine Eisdecke von einer geographischen Meile mittlerer Dicke an, weil schon relativ geringe südliche Breiten Eisschollen von 250 Meter Stärke aufgewiesen hätten. Nun aber hat Ross bis 78° südlicher Breite hin ungefähr gleichstarke Packeismassen gefunden. Noch an der äussersten südlichen Grenze seines Forschungsfeldes ragten dazu Berge (der Erebus u. s. w.) bis 12,000 Fuss hoch über den Meeresspiegel empor. Wo bleibt da das eine geographische Meile dicke Eis unterhalb?

Dem so von Dr. Pilar den thatsächlichen Verhältnissen zuwider beliebten enormen Eispanzer des Südpols weist er nun folgende Verwendungen zu:

1) Er stört das Gleichgewicht der Erde bis zu dem Grade, dass die Meere nach Süden abfliessen müssen.

2) Er wirkt durch seine Massenanziehung auf die Erdmeere in gleichem Sinne.

3) Unter seinem Gewichte sinkt die Erdschale ein und zwar so, dass sie am entgegengesetzten Pole emporgetrieben wird, um auch dadurch die gestörte Symmetrie des Erdsphäroids wieder zu begleichen. Eine am Nordpole vorhandene Depression der Erdschale ist nach Dr. Pilar, wie es scheint, ein Zustand, der von einer solchen früheren Wirkung der Eisdecke herrührt.

Die maassloseste Uebertreibung wenigstens, aber auch die Unmöglichkeit liegt bei allen diesen Kausalverbindungen auf der Hand.

ad 1) und 2) Das Eis hat bekanntlich ein geringeres spezifisches Gewicht als Wasser, um so mehr ein geringeres als ein gleiches Volumen der Erdstoffe. Der unterseeisch liegende Theil des Eises ist wirkungslos, der über den Seespiegel emporragende allein könnte drücken und anziehen. Wenn nun ganze Kontinente, die mit viel grösserer Fläche und bedeutend schwererer Masse über das Niveau des Meeres sich erheben, als das südliche Eis es thatsächlich thut, auf der nördlichen Halbkugel keine Anhäufung des Wassers erzeugen (und sie thun es nicht, denn sonst könnte keine Ungleichheit von See- und Landfläche auf beiden Hemisphären stattfinden), wie sollten südliche Eismassen, selbst in meilendicker Mächtigkeit es vermögen? wie erst, wenn diese Mächtigkeit sich auf höchstens $^1/_{40}$ der Pilar'schen Annahme reduzirt? Wohin würde auf einer um ihren Schwerpunkt balancirenden Kugel eine von aussen ungestörte Flüssigkeit laufen, wenn man an einer Seite ein grösseres Metallplättchen, an der entgegengesetzten ein kleineres Holzstückchen anheftete?

ad 3) Bei der noch unerwiesenen Annahme eines heissflüssigen Erdinnern hat man doch guten Grund, die feste äussere Kruste auf 10 geographische Meilen Dicke anzuschlagen. Wird nun wohl jemand bei so bewandten Umständen im Ernste behaupten können, eine selbst meilendicke Eisschicht bewirke eine Depression dieser 10 Meilen- starken festen Erdrinde, die sich am entgegengesetzten Pole durch eine Aufwölbung kundgebe? Sicher nicht. Wie viel weniger kann nun eine solche Einpressung durch eine Eiskalotte von höchstens 1000 Fuss Dicke erzeugt werden. Gerade so gut könnte man behaupten, das auf ein Ei gelegte Stückchen Papier bringe auf dessen Schale eine Impression hervor, die sich auf der entgegengesetzten Seite durch eine entsprechende Aufwulstung verriethe; oder sagen, ein Brückengewölbe von 2 Fuss Stärke senke sich auffallend unter der Last eines aufgelegten Brettchens von $2^2/_5$ Zoll, kei der Pilar'schen Uebertreibung, von $^3/_4$ Linie nach dem wirklichen Sachverhalte.

Derlei Behauptungen erweisen sich bei näherer Besichtigung ebenso haltlos, wie die Raisonnements Adhemar's bezüglich einer plötzlichen Wasserversetzung von Pol zu Pol, einer Diluvial- oder sogenannten Sündflut, welche Raisonnements, nach dem vorliegenden Berichte, Dr. Pilar ganz zu adoptiren scheint. Wären einmal die grösstmöglichen polaren Eismassen nicht im Stande, bei plötzlicher Reduktion zu Wasser (als welches sie zudem gerade so wirken würden, wie vorher das Eis) den Schwerpunkt der Erde

irgend bedeutend zu affiziren, so wäre ein solcher Zusammenbruch durch Erderschütterungen der unerhörtesten Ausdehnung und Heftigkeit, welche Adhemar als ursächlich annimmt, etwas ebenso Undenkbares wie Unmögliches. Fänden sie aber statt, so würden sie höchstens die Eismassen zersprengen, nicht aber schmelzen und also nichts ändern. Was sollen denn nun alle derlei Abenteuerlichkeiten?

Dr. Pilar erklärt sich nach dem Sitzungsberichte mit unseren theoretischen Ausführungen über säkulare und mit den Meerumsetzungen gleichzeitige Zonenverschiebungen einverstanden, ohne aber mit uns die letzteren von den ersteren mit abhängig zu halten. Er will nicht der grösseren Wasserfläche, sondern vornehmlich dem ungleichen Maasse der Sonnenbestrahlung auf beiden Halbkugeln alle Temperaturverschiedenheiten gedachter Perioden zuschreiben. Das Referat über diese seine Ausführungen lautet:

„Von der Thatsache ausgehend, dass in der extremsten Konstellation „die Hitze der Sommertage der einen Halbkugel um ein Drittel grösser „sei, als diejenige der anderen, so wird nach dem Vortragenden als die „nächste Folge dieser grösseren Temperatur eine stärkere Erhitzung der „Luft und eine bedeutendere Verdunstung der Gewässer auf der einen Halb„kugel eintreten, als dies auf der anderen der Fall sein könnte. Es werde „eine grössere Steigkraft der Luft und der Dünste in Folge dieser Er„hitzung konstatirt werden können, d. h. die Dünste würden in gegebener „Zeit einen grösseren vertikalen Weg zurücklegen, folglich auch in höhere „und kältere Regionen gelangen, als die Dünste der entgegengesetzten „Halbkugel.

„Da die Sonne bloss auf einen Punkt mit voller Kraft (vertikal) ein„wirke, und ihre Kraft von diesem Punkte an in stetiger Weise abnehme „so könne man sich die aufsteigenden Luftmassen als einander ähnliche „Kegel denken, die sich zu einander wie die Kubusse ihrer Höhen ver„halten. Nun aber sei bei der grössten Exzentrizität der Erdbahn die „Wärme eines Sommertages im Perihelium um 0,37 grösser, als die ent„sprechende Wärme der entgegengesetzten Hemisphäre. Man könne folglich „die Steigkraft der Dünste auf der ersten Hemisphäre wohl mindestens „etwas über ein Fünftel grösser annehmen, als auf der zweiten. Durch „diese grössere Steigkraft der Dünste und der Luft aber werde ein Vakuum „geschaffen, welches die Luft der Polargegenden auszufüllen bestrebt sein „müsse. Dem relativ heissen, aber kurzen Sommer der betreffenden Halb„kugel gehe bei derselben solaren Konstellation ein langer, relativ kalter „Winter vorher, aus welchem Grunde jene Polarwinde intensiver auftreten

„würden, als auf der anderen Halbkugel, und so ein Sinken der mittleren „Jahrestemperatur der ersten Halbkugel verursachen. Auf Grund dieser „und verwandter Umstände (auch in dem Meere werden analoge Polar-„strömungen statthaben) schliesst dann der Vortragende auf die Noth-„wendigkeit einer immer zunehmenden Eisbildung an der betreffenden Halb-„kugel, und diese Zunahme wird natürlich bis zur Veränderung der solaren „Konstellation anhalten, mit dieser Veränderung resp. grösser, kleiner werden, „oder in's Gegentheil übergehen. Bei diesem Prozesse, bei dem also mehr „Eis in jedem Jahre gebildet als geschmolzen wird, kommt noch, worauf „Herr Croll aufmerksam macht, dazu dass die gebildeten Eismassen selbst „wieder als Kondensatoren der Wasserdünste wirken können."

Es geht aus diesen nicht allzuklaren Darlegungen sowohl, wie auch aus der schliesslichen Berufung auf Croll's Erörterungen hervor, dass Dr. Pilar bei ihnen nicht sowohl an unsere 21 tausendjährigen, sondern vielmehr an die weit längeren Perioden denkt, welche die extremen Grenzen der Exzentrizitäts-Schwankungen der Erdbahn umspannen. Sein Einverständniss mit uns ist also schon in dieser Beziehung nur ein scheinbares; es findet aber auch der Grundidee nach gar nicht statt, wie wir des näheren ausführen wollen.

Unsere Theorie will bei den 21 tausendjährigen Perioden durchaus nicht von einem nach und nach anwachsenden ungleichen Gesammtquantum der Wärme auf beiden Halbkugeln reden, nicht von einem absoluten Minder- und Mehrmaasse derselben hier und dort, oder von heutiger absolut grösserer Kälte am Südpole. Das würde ja mit allem Thatsächlichen streiten. Wir denken nur an grössere heutige Kältewirkungen in antarktischen Gebieten, die bekanntermaassen ebenso thatsächlich sind, und an 21 tausendjährige Perioden derselben. Das ist etwas von Dr. Pilar's Ansicht sehr Verschiedenes.

Um nun nicht länger auch vielleicht von anderer Seite her darüber missverstanden zu werden, wie unsere Theorie der Anschaulichkeit wegen die Kältewirkungen gleichsam in ein Rechenexempel gebracht hat, wollen wir das Prinzip nachstehend weiter ausführen:

Die von der Sonne der Erde zugestrahlte Wärme, welche nur in eine dünne oberflächliche Schicht der Erde eindringt, kann allerdings nicht in der Weise aufgehäuft oder angesammelt werden, wie man das aus dem skizzenhaften Entwurfe der Theorie missverständlich herausgelesen zu haben scheint. Es ist ziemlich sicher, dass die während der warmen Zeit des Jahres von dem trockenen Boden aufgenommene Wärme zum grossen Theile

schon wieder in den Nächten, jedenfalls aber gänzlich in der folgende
kalten oder kühleren Zeit des Jahres ausgestrahlt werde so dass also nicl
einmal vom Vorjahre, viel weniger von einer langen Reihe von Vorjahre
ein Rest vorhanden bleibe. Es findet aber wohl eine Anhäufung in an
derem Sinne mit Nothwendigkeit statt. Auf der mehrerwärmten Halb
kugel bleibt ein immer grösserer Bruchtheil der gesammten zu
gestrahlten Wärme **frei** und für das organische Leben verwend
bar, und eben dieser Theil gestattet ein Rechenexempel, wie e
die Theorie gegeben.

Nehmen wir einmal eine vollkommen gleiche Beschaffenheit der nör
lichen und südlichen Hemisphäre in Bezug auf Wasserbedeckung, polar
Eis und Gletscherdecken höherer Gebirgszüge an, einen Zustand also, wi
er nach der bisherigen Vorstellungsweise denn doch einmal stattgefunde
haben könnte. Denken wir uns diese Sachlage als in einer Epoche vo
handen, in welcher für die eine Halbkugel die Periode von 10,500 Jahre
beginnt, während welcher sie eine längere Dauer der warmen Jahreszeit
geniessen soll.

Die Sonnenwärme findet auf jeder der beiden Halbkugeln eine gewis
und also als gleich gesetzte Quantität Eis und Wasser vor, auf die s
ihren Einfluss der Veränderung des Aggregatzustandes geltend machen ka
und geltend macht. Dieser Einfluss lässt sich bekanntlich, analog der Fo
mel für eine chemische Verbindung, so ausdrücken: Eis + Wärme =
Wasser; Wasser + Wärme = Wasserdampf. Die mit dem Eise zu Wass
verbundene Wärme ist für andere Wirkungen, das heisst für weitere E
wärmung, unthätig geworden, ebenso die mit Wasser zu Wasserdampf ve
bundene. Man nennt sie mit einem wissenschaftlichen Kunstausdruc
„latent" = verborgen. Würde demnach auf beiden Halbkugeln sämmtlic
ihnen von der Sonne zugestrahlte Wärme zur Schmelzung des Eises u
zur Dampfbildung des Wassers verwandt, so würde kein Rest übrig bleibe
um den trockenen Boden zu erwärmen und in ihm pflanzliches und thi
risches Leben mitzuerzeugen und zu erhalten. Da aber auf beiden Hal
kugeln Vegetabilien und Thiere wirklich entstehen und leben, so ist e
Ueberschuss von nicht latenter Sonnenwärme vorhanden.

Strömt nun der einen Halbkugel erwiesenermaassen in einem gewiss
Zeitraume während einer grösseren Anzahl von Tagen Wärme zu, als d
anderen, so muss dieser Ueberschuss freier (nicht latent werdender) Wärn
doch sicher dort grösser werden im Verhältnisse der Dauer dieser grösser
Anzahl von Tagen und für pflanzliches und thierisches Leben verwendb

bleiben, also dort solche Typen zu erzeugen und zu erhalten im Stande sein, welche eben ein höheres Maass von Wärme erfordern, d. h. welche in dem stetig wärmeren Erdgürtel an den Grenzen der Halbkugeln, in den Tropen, heimisch sind. Das wäre also die nothwendige Folge, wenn die Halbkugeln in Bezug auf Eis und Wasserfläche von Hause aus völlig gleichgestellt wären und es blieben. Diese Gleichvertheilung könnte aber nur theilweise fortdauern. Verharrten nämlich auch die Wasserflächen trotz ungleicher Verdunstung in ihrer Ausdehnung, da in Folge der Gleichgewichtsgesetze jeder Mehrverlust auf der mehrerwärmten Halbkugel durch Zufluss von der anderen her ausgeglichen werden müsste, so würden doch die beiderseitigen Eismengen mit der Zeit immer mehr in den Maassen differiren, weil eine Ausgleichung unmöglich wäre. Das Eis der mehrerwärmten Halbkugel müsste gegen das der anderen stärker schwinden, und durch die so verminderte Absorption von Wärme würde auf dieser so begünstigsten Erdhälfte der Ueberschuss an freier Wärme um so mehr wachsen und der belebten Welt zu gute kommen.

Nun aber weist unsere Theorie einen mit den Perioden ungleicher Erwärmungsdauer der Halbkugeln parallelen Wechsel der Wasserflächen nach der Art, dass die jedesmalige Entflutung einer Halbkugel stets mit der längeren Bestrahlung durch die Sonne gleichzeitig ist. Beide Wechsel erhöhen nun gegenseitig ihre Wirkungen. Wie so?

Wenn die Wasser der entfluteten Halbkugel durch Abfliessen in Folge der Versetzung nach und nach immer mehr Fläche des Bodens trocken lassen, so ist diese Fläche natürlich in hohem Maasse durchfeuchtet. Auf die obersten Schichten dieser entwässerten Strecken wirkt die Sonnenwärme, verwandelt ihre Feuchtigkeit in Dampf und trocknet sie in einem entsprechenden Grade aus. Die in unterliegenden Schichten befindliche Feuchtigkeit wird durch Kapillarität stets zum Theil in die ausgetrockneten oberen Schichten übergehen und dort gleichfalls in Dampf verwandelt werden, und dieser Vorgang der Ausgleichung von unten und Abdunstung von oben wird sich ununterbrochen fortsetzen, bis ein Minimum der Durchfeuchtung des Bodens erreicht ist, d. h. ein Zustand, welcher keine Feuchtigkeit mehr nach oben abgibt. Mit der Zeit muss also immer weniger Sonnenwärme auf die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit verwendet, der Antheil latent werdender Wärme muss also immer geringer, der frei bleibende immer grösser werden.

Die freie Wärme der entfluteten Halbkugel wächst also einmal im Verhältnisse der Entflutung, zweitens im Verhältnisse der Entfeuchtung, und

dieses selbst nimmt folgerichtig auch noch in demselben Maasse zu, wie längere Dauer der Erwärmung an überzähligen warmen Tagen. Beides : Entflutung und längere Mehrerwärmung, muss die freie Wärme einer H kugel erhöhen, und dieses höhere Maass derselben muss sich an den wä bedürftigen Organismen, Menschen, Thieren und Pflanzen bemerklich mac daher auf der trocken gelegten Hemisphäre subtropisches und tropis Leben sich immer mehr polwärts ausbreiten und in höheren Breiten harren wird so lange, bis die ursächlichen Verhältnisse sich umkehren.

Bei dem Eise der entfluteten Halbkugel, sowohl dem polaren als der Gletscher in gemässigteren Breiten ist die Sache ähnlich. Seien Massen desselben auf beiden Halbkugeln zu einer Zeit der Gleichstell der Jahreszeiten-Längen dieselben, so werden sie nothwendig durch die schieden lange Bestrahlung der nachfolgenden Ungleichstellung ungl werden. Angenommen, sie absorbirten von Hause aus genau dasselbe M Wärme zur Abschmelzung, so wird dieses Maass überschritten durch bestimmtes Mehr auf der an einer grösseren Anzahl von Tagen bestrah Halbkugel. Es wird vielleicht zunächst auch all dieses Mehr mit konsu zur Abschmelzung und latent, aber es kommt bei nothwendig rasch Abnahme des Eises gegen das der andern Halbkugel immer mehr zur tung und bleibt frei, bis zuletzt, nach der Reduktion alles Eises in Wa die zur Abschmelzung verwendete Wärme ganz und gar dem Leben zu kommen kann.

Auf der überfluteten Halbkugel haben wir das Gegentheil von a Bisherigen. Die wachsende Wasserfläche absorbirt immer mehr von Wärmequantum, welches ihr dazu in einem gewissen Maasse geringer fliesst, in dem der kürzer dauernden Bestrahlung. Die Abnahme fr Wärme folgt also einer doppelten Progression, derjenigen der Wasserzuna und derjenigen der Summe überschüssiger kalter Tage. Die belebte V verkümmert im Laufe der Jahrtausende. Das immer geringere Maass fügbarer Wärme wird durch die kalten Jahreszeiten immer leichter Gefrierpunkte herabgemindert, daher immer mächtigere Eisbildung P greift, obschon die stets bewegliche und ausgleichende Wasseroberfläche treme der Temperatur-Erniedrigung verhindert. Marines Klima selbst in die Nähe des Pols, dabei aber Vergletscherung der wasserfrei gebliebe Flächen und lebenlose Inseln in selbst verhältnissmässig niedrigen Bre sind die nothwendigen Eigenschaften dieser Hemisphäre bis zur Rückl der entgegengesetzt wirkenden Ursachen oder vielmehr bis dahin, wann selben wieder zu energischerer Beeinflussung gediehen sind.

Hier ist also eigentlich gar nicht die Rede von einem ungleichen, den beiden Halbkugeln gleichzeitig zugestrahlten Wärmebetrage, sondern nur von einer ungleichen Summirung nach der Verwendung und Bestrahlungsdauer, welche Ungleichheit gar nicht zu bestreiten ist und sich auch nach der Zeit in gewissem Grade abschätzen lässt.

Man nennt Eiszeit die Periode einer Halbkugel, in welcher sie sich bis zu tiefen Breiten herab an höher gelegenen Stellen der Oberfläche mit einer Eisdecke bekleidet und zahlreichen Organismen die Existenz verwehrt, ohne dass man damit sagen will, die Halbkugel sei absolut kälter; denn die reichlichere Eisbildung erfordert, nach Beobachtungen in der Schweiz, gerade minder kalte Winter und nur kühle, feuchte Sommer, und das üppigere Leben beruht nur auf einem höheren Maasse der Sommerwärme, ohne durch ein nachfolgendes Winter-Extrem von Kälte sonderlich benachtheiligt zu werden. Die Verschiedenheit der Halbkugeln beruht also auf dem Quantum ihrer freien Wärme, und dieses wird zumeist abhängen von der minder oder mehr ausgedehnten Wasserfläche derselben.

II.

Wir dürfen die Gelegenheit nicht unbenutzt lassen, denjenigen unserer Leser, welche sich nicht leicht mit den raschen Fortschritten der Forschung auf dem Laufenden erhalten können, das kurz mitzutheilen, was dieselbe neuerdings an wichtigen Bestätigungen des Schwankungsgesetzes zu Tage gefördert hat.

Obenan stehen hier einige Resultate des Urhebers der Lehre von den Eiszeiten, des amerikanischen Forschers Agassiz. Er hat in den letzten Jahren im Auftrage der Unionsstaaten die südlichen Ufer seines Kontinentes umfahren und diese, so wie die anstossende See untersucht. Seine speziellen Zwecke waren (siehe „Globus“, Jahrg. 1872, S. 97 ff.) einmal, an den südlichsten südamerikanischen Küsten den Spuren einer grossen Eisentwickelung nachzugehen, zum anderen, aus den Meerestiefen wo möglich lebende Wesen heraufzufördern, welche anscheinend ausgestorbenen Geschlechtern früherer Erdzeiten entsprächen und also die Lamarck-Darwin'sche Lehre von der Artenumbildung widerlegen könnten, deren Gegner er ist. In beiderlei

Richtungen hat Agassiz grossen Erfolg gehabt, wenn auch der in letzterer wohl anders aufgefasst werden muss, als er ihn sich auslegt.

Agassiz fand (siehe Zeitschr. „Naturforscher", Jahrg. 1872, S. 318) vom 37. Grade südlicher Breite an bis zur Südspitze Patagoniens hin um alle Ufer die deutlichsten Spuren alter, riesiger Gletscher, welche Spuren er, wie er sagt, mit derselben Sicherheit erkennt, wie der Jäger die Fährte des Wildes. Er sah allenthalben entweder die den Gletschern eigenthümlichen Schliffe an den Gebirgswänden, oder ihre Moräne und Irrblöcke, oder Beides zugleich. Die letzteren Spuren namentlich bewiesen dazu, dass sie nicht etwa von einer grösseren Erstreckung noch vorhandener Gletscher herrühren konnten, indem sie aus ganz anderem Materiale bestanden, als es die heutigen fortführen und absetzen. Die alten Moränen und Erraten gehörten zum Theil den härtesten Silikatfelsen an, welche benachbarte Gebirgswände nicht lieferten, während die neueren und heutigen aus dem jüngeren, mürben Gesteine der nächsten Umgebungen bestanden. Von besonderem Interesse für uns ist die Ansicht Agassiz' (siehe Zeitschr. „Globus", Jahrg. 1872, S. 303), dass das Thal von Chillan, welches sich zwischen den Anden und der Küsten-Bergkette von Puerto Montt bis über Santiago hinaus nordwärts erstreckt, als eine Wirkung kolossaler Eisentwickelung sich ergibt. Da dieses Thal nun eine Fortsetzung der tieferliegenden Meereskanäle darstellt, welche die dem Westufer parallele Inselreihe von der Magellansstrasse an bis zur Insel Chiloe vom Festlande trennen, so wäre die ganze Strecke mehr als 28 Breitengrade lang. Das Eis, welches den Boden dieses Thales langsam mit Schutt bedeckte, sei, so behauptet Agassiz, zuerst von Süden nach Norden fortgeschritten und sodann wieder südwärts zurückgewichen. Das ergebe sich einmal aus den parallelen Terrassen, welche den Seiten des Thales folgen, zweitens daraus, dass seinen ganzen Boden loses Gletschergerölle bilde, meist ohne Beimischung der vulkanischen andinischen Gesteine, so dass also von den Anden herabgekommene Gletscher nicht angezeigt seien. Nur an einer Stelle, zwischen Curillo und Santiago, der Tenonschlucht gegenüber, seien Seitenmoränen eines Andengletschers mit vulkanischem Gerölle dem alten Drift aufgelagert und durchsetzten das Thal in der Quere.

Wenn Agassiz die Terrassen des Thales schwer zu „beschreiben", d. h. durch eine Eiszeit (die er nur annimmt) zu erklären findet, so wird, wie jeder sieht, durch unsere Theorie periodisch wiederholter Eiszeiten diese Schwierigkeit beseitigt, indem nun diese Anschwemmungs- und Ab-

nagungsstufen sich als Wirkungen eines oftmals wechselnden Meer- und Eisstandes ergeben.

So ist also eine mächtige alte Eisentwickelung um die südamerikanischen Ufer nachgewiesen, die sich bestimmt von der jetzigen trennt und die Periodizität des Eisphänomens auch für die südliche Halbkugel erhärtet.

Ferner konstatirt Agassiz um die Wälder an der Magellansstrasse einen absterbenden Rand, was uns sehr wichtig ist darum, weil es eine von unserer Theorie für die Jetztzeit verlangte Abnahme der Erzeugungsfähigkeit dieser Regionen bestätigt.

Die Schleppnetzfischereien der Expedition förderten denn auch richtig (siehe Bericht im „Globus", S. 229 ff.) aus Tiefen von 450 bis 720 Fuss uralte und scheinbar ausgestorbene Thiertypen der silurischen Gesteine New-York's und der mittleren Gesteinsformationen Europas lebend ans Tageslicht, und so zeigte sich, wie es auch neuere Funde um norwegische Ufer herum bewiesen haben, dass es wohl nur auf die mehr oder minder oder gar nicht gestörte Meerestiefe ankomme, ob Seethiere untergehen, sich lokal mehr oder minder umbilden oder unverändert weiter leben. Wenn sich diese Funde demnach nicht gegen Darwin kehren, so sprechen sie dagegen für unsere Theorie. Die Meinung Agassiz', solche Thiere existirten wohl noch in bedeutenderen Tiefen, weil sie dort einem solchen grossen Drucke ausgesetzt seien, wie ihn ehedem eine viel dichtere Atmosphäre auch für seichtere nördlichere Gewässer hergestellt habe, muss wahrscheinlich in das Reich der Träume verwiesen werden, weil eben eine derartig dichte Atmosphäre nachweisbar nie bestanden hat. Es geht vielmehr nach unserer Meinung nur daraus hervor, dass zur Zeit, als diese Thiere in Sedimenten der nördlichen Meere eingebettet wurden, auch vorübergehend Tiefsee über ihnen stand, welche durch die säkularen Schwankungen auch die unter- und überliegenden Reste aus seichterem Wasser bei New-York ermöglichte.

Die gewaltigen Wirkungen einer oder wiederholter Vergletscherung der nördlichen Halbkugel hat A. Helland neuerdings (siehe „Naturforscher", Jahrg. 1872, S. 342 und 43) an der norwegischen Küste nachgewiesen, wo er in allen Fjorden an Ritzen der Gesteinswände und Irrblöcken ihre unverkennbaren Fussstapfen bis zu Höhen von 2000 Metern verfolgte. Dass zum Theil die Fjorde eine viel bedeutendere Tiefe haben, als die vorliegende

Nordsee, wie z. B. der Sognefjord, schreibt er einer gewaltigen Gletsche
schutt- und Endmoränen-Bildung zu. Letztere tauchen jetzt zum Theil (b
sinkendem Meeresspiegel) als Inseln auf, wie unter andern Jomfrulan
Von allen Küsten der nördlichen Halbkugel, welche Fjorde aufweisen, b
hauptet Helland gleiche Vorgänge, desgleichen von denen der südlich
Hemisphäre vom 41. Grade der Breite an südwärts.

In dem neuen Werke v. Heuglin's: „Reisen nach dem Nordpolarmee
in den Jahren 1870 und 71", 1. u. 2. Band, welches Buch namentli
Spitzbergen und Novaja Semlja betrifft und in der bekannten plastisch
Weise des Autors Bodengestaltung, Eis- und Wasserverhältnisse beschreil
sind eine Menge Angaben enthalten, welche einen von der Umsetzungs- u
Wärmeschwankungslehre für die Jetztzeit dort geforderten Sachverhalt a
thatsächlich vorhanden konstatiren.

Betreffs der heutigen und zugleich nach Jahrtausenden rückwärts d
tirenden Seespiegel-Bewegung (Senkung) wollen wir aus dem 1. Ban
(über Spitzbergen) statt vieler Zitate ein gewissermaassen zusammenfassend
von S. 203 und 204 hersetzen: „Nils (der Harpunier) erzählte, dass m
auf der Ostküste von Spitzbergen, nahe bei der Unicorn-Bay, auf ein
Höhe von mehr als 50 Ellen über dem Meere, eine ungeheure Menge v
Walross-Skeletten finde, die noch Zähne haben, also jedenfalls nicht hi
erlegt worden, sondern wohl eines natürlichen Todes gestorben sind. Wah
scheinlich hat sich somit seither die Beschaffenheit des Strandes verände
denn das Walross entfernt sich bekanntlich nicht aus unmittelbarer Näl
desselben.

„Dass überhaupt während eines verhältnissmässig nicht sehr lang
Zeitraumes verschiedene periodische Bodenveränderungen hier stattgefund
haben, namentlich bezüglich des Verhältnisses zwischen Land und Mee
entweder eine Hebung des ersteren, oder ein Zurücktreten des letzteren, i
sehr augenfällig. Schon öfter haben wir der verschiedenen Uferterrass
oder Hebungsstufen gedacht, die in West- und Ostspitzbergen überall deu
lich ausgeprägt sind; in geeigneten Gegenden lassen sich dieselben in u
unterbrochener, äusserst regelmässiger Linie viele Meilen weit verfolgen, u
gewöhnlich kann man drei solcher Stufen wahrnehmen. Auf denselben u
oft bis zu mehr als einer Meile Entfernung vom jetzigen Gestade lieg

Massen von altem, morschem Treibholze, Walfischknochen und kalzinirte Muscheln, in Arten, die heute zum Theil nicht mehr lebend in Spitzbergen gefunden werden. Solche Gegenstände sind selbst tief in dem Alluvialschutte begraben.

„Am Ostmeerstrande sind diese Stufen, wie ebenfalls oben schon bemerkt, von mehren mächtigen Wildbächen in tiefen und jähen Schluchten durchfurcht, und es ist hier somit nicht schwer, die Lagerungsverhältnisse kennen zu lernen. Die Bäche verdanken ihren Ursprung den schmelzenden Schneemassen längs der Ostabdachung eines ziemlich steilen, etwa in 1 bis bis 1 $1/2$ Meile Entfernung längs des Ufers sich hinziehenden Bergrückens, der kaum 800 Fuss Höhe erreichen dürfte. Unmittelbar am Fusse desselben breitet sich eine seichte Depression aus, in welcher sich die Gewässer sammeln und dann an verschiedenen Orten die oberste Stufe des Vorlandes durchbrechen. Dann zieht sich ihr tiefes, schluchtenartiges Bett ein Stück weit längs dem Fusse der nächsten Stufe hin, bis es sich endlich irgendwo einen Weg durch die letztere gebahnt. Am Durchbruche ist der Rand dieser Einschnitte oft noch 80 bis 100 Fuss höher als der Meeresspiegel, und an seinem Fusse stehen, nach West zu Süd einfallend, Schiefermergelschichten an, die 10 bis 30 Fuss hoch mit Alluvium bedeckt sind, in welchem ganze, aber meist schon stark in Verwesung übergegangene Treibholzstämme gewöhnlich in einer der Strandlinie parallelen Richtung ruhen.“

S. 81 wird ein Abenteuer des Walfischfanges angeführt, welches auch für Grönland eine neuerliche Hebung (d. h. die Senkung des Seespiegels) direkt beweisen würde, wenn nicht Täuschung oder Missverständniss obwaltete, was aber v. Heuglin aus guten Gründen nicht annimmt. Es wäre dieses Land demnach früher durch eine ostwestliche Durchfahrt in zwei Stücke geschnitten worden, wie es auch alte Karten darstellen, wie es aber heute nicht mehr der Fall.

Ganz wie Payer auf Ostgrönland, konstatirt v. Heuglin auf Spitzbergen nicht blos in gewaltigen Moränen die lautredendsten Zeugen ehemaliger ungeheurer Gletscherentwickelung, sondern auch die starke Abnahme der noch vorhandenen viel kleineren Reste derselben. Es geschieht das unter andern auf S. 143, 144, 145, 146, 178, 223.

Im 2. soeben erst ausgegebenen Bande des Werkes (über Novaja Semlja) sind für uns wichtige Stellen die folgenden:

S. 46. „Seit der Ueberwinterung Pachtussow's (1834) haben sich übrigens alle Kanäle, welche die seeartige Fläche der Tschirakina mit dem Meere verbinden, derart verschlämmt, dass es auch bei höchstem Wasser-

stande unmöglich ist, den alten Hafen selbst mittelst kleiner Segelboote zu erreichen."

S. 70. „In einem grossen Bogen mich unserem Hafenplatze nähernd, stiess ich auf mehre grössere Seen, deren einer wohl an zwei Meilen Länge hat; sein Nordufer verläuft in eine weite, sumpfige Niederung. Obwohl diese Wasserbehälter mehre hundert Fuss über dem Meeresspiegel und mehr als 1 bis 2 Meilen vom Strande entfernt liegen, so stösst man hier doch zuweilen auf Treibholzstämme, die theils verschlämmt, theils im Alluvium eingebettet sind." — Diese Treibholzstämme kann nur das Meer hierhergeschafft, folglich muss es in einer neuesten dicht vor der Gegenwart liegenden Vergangenheit, die sich aber doch nach Jahrtausenden bemessen wird, um den Niveauunterschied höher gestanden haben.

S. 82. „So weit das Auge reicht, bedecken Treibholzmassen das ganze Vorland (flache Uferebene). Darunter findet man auch aussergewöhnlich grosse, gesunde und frische Stämme." — Hierin liegt eine allerneueste und noch andauernde Veränderung des Verhältnisses zwischen Meer und Land ausgesprochen.

Ausser mehrfachen zerstreuten Hinweisen auf alte Moränen, welche also die Reduktion der Gletscherregion bekunden, bestätigen ein paar anderen Bemerkungen v. Heuglin's geradezu die theoretisch von uns behaupteten gegenwärtige Temperatur-Zunahme im Norden. S. 49 sagt der Verfasser: Ich möchte die Vegetation an gewissen Küstenplätzen Novaja Semlja's als eine wirklich im Fortschreiten begriffene bezeichnen, denn die Flechten- und Moosbildung breitet sich offenbar, wenn auch langsam, so doch merklich weiter aus; auf ihren neuen Ansiedelungen fast endlich eine Draba, Dryas, Salix oder Saxifraga nebst einigen Gräsern Wurzel, und somit ist dem jungfräulichen Grunde ein neuer Boden für andere, zartere Nachkömmlinge gesichert." Auf S. 52 heisst es: „Dass die Alpenlerche übrigens selbst noch auf der Nordinsel von Novaja Semlja brütet, bestätigt ein von mir dort eingesammelter junger Vogel dieser Art. Bis jetzt war sie nicht nördlich vom 70 bis 71. Grade n. Br. gefunden worden."

Das würden also Parallelerscheinungen zu den von uns früher aus dem baltischen Provinzen Russlands angeführten sein.

Von besonders hohem Interesse ist auch hier eine Mittheilung Prof. Dr. Petermann's an die Zeitschrift „Naturforscher", welche in der Nummer 44 des Jahrganges 1872 auf S. 358 und 59 zu finden ist. Nach dieser Notiz betrat am 17. August dieses Jahres der Kapitän Nils Johnsen als Zweiter (der Kapitän Altman war kurz vorher auch da gewesen) das bisher im Osten von Spitzbergen in der Ferne nur gesehene sogenannte Wiche-Land. Er fand es dicht bevölkert von den gewöhnlichen nordischen Thieren, unter denen die Rene zu bedeutenderer Grösse und Fettigkeit, als bisher je gesehen, gediehen waren. Die inneren Gewässer waren fast eisfrei, nur ein kleiner Gletscher fand sich am Südostufer, und — was uns besonders bemerkenswerth — das von Menschen unangerührte Treibholz lag stellenweise bis einige hundert Fuss von der Küste ab ins Land hinein und bis 20 Fuss über der Hochwassermarke aufgespeichert. Angenommen, es habe ein paar Jahrhunderte dort gelegen (da seine Vermoderung in nordischen Breiten bekanntlich sehr langsam fortschreitet), so muss seit dieser Zeit der Meeresspiegel entweder um den Unterschied der beiden Flutmarken gesunken sein, oder das Land sich um ebenso viel gehoben haben, welchen letzteren Fall wir wegen hemisphärischer Allgemeinheit der Erscheinung für unannehmbar halten.

In der Kölnischen Zeitung vom 2. Juli 1872, 2. Blatt, sowie in der Zeitschrift „Naturforscher" vom 4. August desselben Jahres, S. 246, ist über eine sehr merkwürdige Akklimatisation von Gräsern und Kräutern berichtet, welche so deutlich als möglich für eine langsame Steigerung der Sommerwärme Frankreichs spricht.

Der Marquis de Vibray legte darnach der Pariser Akademie Folgendes vor:

Die Truppen, welche im Kriege 1870 und 1871 aus Afrika herübergekommen waren, hatten afrikanisches Heu mitgebracht, dessen Sämereien an den Lagerstellen in dem Département Loire-et-Cher, bei Blois, in den Kommunen von Cour und Cheverny, bei Orléans und Vendôme verstreut wurden und im nächsten Jahre 1871 aufgingen. Die Stellen, wo die neuen Futterpflanzen kräftig Wurzel fassten, üppig sprossten, dem Verderben durch weidende Schaafheerden und selbst durch einen ungewöhnlich harten Frost

des Winters 1870—71 trotzten, waren vorher dürre Flächen von Sand, auf denen bisher nur spärlich einheimische Pflanzen fortgekommen. Die an den verschiedenen genannten Oertlichkeiten genauer untersuchten und bestimmten Pflanzen stellten eine Gesammtheit von 157 Spezies dar, welche 21 verschiedenen Pflanzenfamilien angehörten. Die Anzahl dieser neu eingewanderten Gewächse, sagt der Bericht, vergrössere sich noch immerfort, indem einzelne Samen länger im Boden gelegen haben, ohne aufzugehen. Die Verbreitung sei so energisch, dass eine dauernde Versetzung dieser reichen Flora nach Frankreich sicher anzunehmen und somit ein Faktum konstatirt sei, welches sich den Einwanderungen neuer Spezies in eine ihnen bisher fremde Lokalität, wie sie die Geologie hundertfältig nachweise, anreihe. Es sei eine der früher angenommenen Neuschöpfungen.

Wenn wir nun bedenken, dass eine Versetzung derselben Pflanzen wohl auch vor 1000 Jahren durch die Araber, vor 300 Jahren durch Karl des Fünften afrikanische Kriegszüge nach Spanien, aber auch während der ganzen zwischenliegenden Zeit durch Schiffahrt und anderen Verkehr wenigstens in geringem Maasse nach Südeuropa hätte stattfinden können, aber doch nicht stattgefunden hat, so liegt in diesem nunmehrigen, plötzlich grossen Erfolge wohl unabweislich ausgesprochen, dass der südeuropäische Boden erst jetzt die Fähigkeit erlangt habe, es dem nordafrikanischen in der Produktion in etwas gleichzuthun. Hat er doch auch erst letzthin angefangen, an gewissen Stellen für das Bambusrohr geeignet zu sein.

Im Anschlusse an Vorstehendes sowohl, als an eine Notiz in unserer dritten Schrift: Die neue Theorie periodischer säkularer Schwankungen des Seespiegels u. s. w., dort unten auf S. 151 zu finden, geben wir im Folgenden die bezüglichen sehr wichtigen Mittheilungen aus einem Briefe, welchen der als Meteorologe rühmlichst bekannte russische Gelehrte, Dr. Alex. v. Woeikof, aus Moorhead, an der Nordgrenze des Unionsstaates Minnesota, unterm 14. August dieses Jahres an uns richtete.

Dieser Herr ist auf einer Reise um die Erde begriffen zum Zwecke umfassender Studien über die grossen Luftströmungen und alle einschlägigen Erscheinungen, und er befindet sich seit Anfang dieses Jahres in den Ver-

einigten Staaten. Er hat dort bis jetzt namentlich die westliche Abdachung des gewaltigen zentralen Tieflandes bis an die Kämme des Felsengebirges in's Auge gefasst und schon eine Strecke von ungefähr 20° Breiteunterschied, von Texas bis in die Gegend des Winipegsees, durchreist. Er schreibt unter anderem:

„Sonderbar ist, dass überall in den Prairien und auch auf den Plains oder in den Halbwüsten (zwischen 100° westlicher Länge und den Felsengebirgen) alle von einer bedeutenden Aenderung des Klimas überzeugt sind. Es soll nämlich viel mehr Regen fallen, als zuvor; als Ursache wird die Besiedelung, das Aufbrechen des Landes, ja werden sogar die Eisenbahnen angegeben! Im westlichen Texas, sonst wegen der häufigen Trockenheit verrufen, hatte ich im Juni eine wahre tropische Regenzeit. In San Antonio fielen in einem Monate 300 Mm, ohne dass einer der heftigen lokalen Wolkenbrüche stattfand; der Regen war über ganz Texas verbreitet. Ein gebildeter Arzt, Dr. Herff in San Antonio, der schon 30 Jahre Texas kennt, bestätigte mir, dass das Klima wirklich feuchter geworden ist. Früher war im Sommer ein Wind aus Südosten mit fast der Regelmässigkeit eines Passates vorherrschend, und wenn dieser Wind weht, so gibt es keinen Regen. Jetzt ist dieser Wind viel seltener und Regen häufiger. Beobachtungen am Ende der fünfziger Jahre gaben jährlich 800 Mm Niederschlag, die letzten Jahre aber 970 Mm. Auch eine bedeutende Veränderung der Vegetation soll stattgefunden haben, namentlich soll der Mesquitbaum (eine Mimose) sehr um sich greifen. Er ist ein charakteristisches Gewächs des westlichen Texas. Als ich in's Land kam, fragte ich, ob es immer nur die Grösse eines Busches habe. Es wurden mir einige grosse Bäume gezeigt; die meisten aber sind jung. Die Feuer, welche die Indianer anzündeten, sollen das Wachsthum verhindert haben. Es fanden sich zahlreiche Wurzelknollen in der Erde, welche heranwuchsen, als die Feuer aufhörten.

„In Kansas hörte ich dasselbe über Zunahme des Regens, namentlich von General Pope. Er sagte, dass früher die Expeditionen auf die Plains zu Anfang Juli gemacht wurden, denn dann hörten die Regen auf. Jetzt ist man auch am Ende des Sommers und im Herbste nicht sicher dagegen.

„Die Kultur ohne Bewässerung ist weiter nach Westen vorgeschritten, als man erwarten durfte. In Nebraska, Wyoming und Utah sollen auch in den letzten Jahren ganz ungewöhnliche Regengüsse gefallen sein.

„In Minnesota hörte ich nichts so Bestimmtes über Aenderung des Klimas, entweder weil wirklich die Erscheinung nicht so weit nach Norden

sich erstreckte, oder auch, weil schon früher hier Regen genug fü
Ernten war, und eine kleine Zunahme nicht auffiel.

„Es scheint mir unmöglich, so viele Zeugnisse, theilweise auf Za
nachweis gegründet, zu bezweifeln; nur fragt es sich, ob wir hier
nassen Periode begegnen, oder ob es eine permanente Aenderung ist.
weitere Verbreitung der Wälder, stellenweise spontan durch Vergröss
der überall (östl. von 100° westl. Länge) vorhandenen kleinen Reviere,
durch Pflanzung, wird von allen Prairiestaaten von Texas bis Minnesot
richtet. Namentlich sind hier (in Minnesota), in dem westlichen Theil
Staates, Anpflanzungen von Eichen, Ahorn und holländischen Weiden
gut gelungen, und dieses auf einer ausgedehnten, sehr ebenen Pı
während sonst die Wälder Flussufer und Anhöhen vorziehen.

„Ich fand eine weite Verbreitung des schwarzen Bodens, und, e
wie in Russland, sind es vorzüglich die Steppen, die ihn haben, ob
er auch in Laubwäldern nicht fehlt. Es ist möglich, dass die W
gewachsen sind, nachdem eine langjährige Grasvegetation die hur
Bestandtheile hinterlassen hatte. In den östlichen Staaten findet
ein solcher Boden so gut wie gar nicht; in Alabama und Miss
soll sich jedoch eine unbedeutende Steppenregion mit schwarzem I
finden. — — —

„Im südlichen Neu-Mexiko ist eine Aenderung des Klimas ganz
schieden vor sich gegangen, aber wann, wissen wir nicht. Es sind
grosse Ruinenstädte vorhanden, welche sich Dank der Trockenheit der
und dem Mangel zivilisirter Bewohner gut erhalten haben. Es ist j
falls eine Zivilisation, viel älter als die mexikanische, vielleicht gleich
mit den Indian mounds und andern Ueberresten am Missisippi. Auch
näle zur Bewässerung finden sich dort, aber es ist kein Wasser
handen, das dorthin fliessen könnte. Ist es eine Aenderung der
strömungen, oder haben die Flüsse seitdem ihr Bett so tief eingegr
Aber jedenfalls ist keine solche Zivilisation mehr dort möglich v
Mangel an Wasser. Ist vielleicht die säkulare trockene Periode in Am
zu Ende, oder wird die pazifische Abdachung (die Gegend ist im G
des Kolorado) noch immer trockener, während die atlantische feuchter
Jedenfalls ist es eine offene Frage. Ich kann weder, wie es viele
siker und Meteorologen thun, jede Aenderung in der historischen Zeit
nen, noch mir, wie Sie es thun, eine ganz bestimmte Meinung l
aus den wenigen Thatsachen, die wir besitzen. Wenn noch diese a
einer Richtung wären; aber es gibt viel Widerspruch. In Südamerika

auch bedeutende Aenderungen vorgegangen. In Lima hat ein 10stündiger Platzregen stattgefunden, der einen grossen Schaden anrichtete, weil die Dächer nicht dazu eingerichtet waren."

Theils wegen der am Schlusse von Herrn Dr. v. Woeikof ausgesprochenen Zweifel, theils aus dem Grunde, dem Leser den hohen Werth dieser reichen Notizen zu besserem Verständnisse zu bringen, fügen wir eine kurze Betrachtung hinzu.

Wir haben hier eine Reihe Erscheinungen vor uns, die nach unserer Meinung mit der Theorie der heutzutage zunehmenden mittleren Wärme der nördlichen Halbkugel oder der im Gange stehenden Zonenverschiebung nach Norden in vollem Einklange stehen.

Nehmen wir die Berghaus'schen Karten der Niederschläge und der Winde zur Hand.

Zunächst finden wir auf der Windkarte, dass die nördliche Grenze des Nordost-Passates bei Amerika durch das nördliche Florida, den mexikanischen Golf, südwärts an Texas vorüberzieht, sich über dem Festlande weiter nach Süden neigt und von der Halbinsel Kalifornien an mit dem Parallel von 25° n. Br. den grossen Ozean überschneidet.

Nun bezeichnet bekanntlich die polwärts liegende Grenze der beiden Passate stets eine Zone stärkerer Niederschläge, die mit zunehmender geographischer Breite in eine viel breitere Region schwächerer übergeht. Wenn demnach diese breitere Zone mit dem ganzen Passat- und Kalmensysteme nach Norden verschoben würde, wie es unsere Theorie verlangt, so würden nördlichere Gegenden, die bisher nur schwächere Niederschläge, d. h. in spärlicheren und kürzeren Zeiträumen alljährlich erfuhren, nach und nach in die Region des stärkeren Regens, unter die Passatgrenze gerathen, und folglich allgemein feuchter werden, bis dann endlich, bei weiterer Verschiebung des Systemes in gleichem Sinne, der subtropische und vielleicht tropische Charakter solcher Striche anfinge. Es würde demnach die Erscheinung zunehmenden Regenfalles in Texas und allen nördlicheren Prairieländern ein direkter und augenfälliger Beweis für die Richtigkeit der Zonenverschiebungstheorie sein. Wenn, wie die Regenkarte zeigt, die nördliche Andenkette und das Felsengebirge einen Strich schwacher Niederschläge bezeichnen, der noch in die Region der starken hineinragt, so ist die anscheinend abnorme Sachlage leicht verständlich. Der Wasserdampf der Luft wird dort durch den höheren und kälteren Boden andauernd so stark kondensirt, dass er ihm schon als Thau zugeführt wird, nicht aber mehr in Tropfenform fallen kann. So entsteht auf der Karte eine lichte Stelle, die

nicht behagen will, dass hier der Boden kein Wasser erhalte, sondern r
dass es ihm nicht als Regen zugeführt werde. Dass nicht etwa geänd
Windrichtungen bei der von Dr. v. Woeikof konstatirten Erscheinung lok
Regenzunahme ursächlich seien (die übrigens auch unerklärbar wär
sondern eine zonenweise Verschiebung, geht daraus hervor, dass a
westlich von den Rocky Mountains, in Utah u. s. w., ganz Parall
stattfindet.

Das nach Dr. v. Woeikof scheinbar mit diesen Erscheinungen
Nordhemisphäre Streitende, welches er von Lima, unter 12° südl. Bre
anführt, ist in der That nur eine Bestätigung der Zonenverschiebun
theorie.

Der den nördlichen um fast das Doppelte an Breite übertreffe
Gürtel des Südost-Passates der südlichen Hemisphäre durchzog mit sei
Südgrenze stärkerer Niederschläge bisher das südliche Brasilien, den Nor
der La Plata-Staaten und das nördliche Chile. Bei einer nordwärts geri
teten allgemeinen Verschiebung des Passat- und Kalmensystemes nähert s
also Lima immer mehr von Süden her die Zone stärkerer Niederschl
und wäre nach v. Woeikof's Mittheilung nun schon so nahe gerückt,
dieser bisher ewig trockenen Stadt einen der charakteristischen Güsse zu
führen. Der bisherigen Versorgungsart des Bodens mit Feuchtigkeit du
Kondensation des Andenzuges gesellte sich also für Lima die gewöhnli
durch Regen hinzu.

Die hier besprochenen Veränderungen gehören übrigens wohl sic
nur theilweise der Sonnen-Konstellation an, denn sie sind für den verh
nissmässig sehr kurzen Zeitraum ihres Statthabens zu bedeutend. Wir wer
es wohl zum grossen Theile hier mit einer der lunaren Beeinflussungen
thun haben, wie sie sich aus Herrn Russell's Regenkurve für Südaustral
herausstellt, auf die wir oben in einer Note aufmerksam machten.

Ganz ist dagegen der langsamen solaren Zonenverschiebung der
Dr. v. Woeikof berührte Vegetationswechsel und die Austrocknung von N
Mexiko zuzuweisen, Parallel-Erscheinungen wozu wir schon in uns
früheren Schriften in Menge anderswo her beigebracht haben.

Schliesslich haben wir noch auf wahrscheinlich nicht allgemein bekannte und auch von uns früher übersehene, sehr wichtige Resultate des fleissigen und scharfsichtigen Berghaus hinzuweisen, welche ganz entschieden für die langsame Zunahme der Sommerwärme wenigstens über ganz Europa und bis Nordasien hin sprechen. Diese Resultate sind um so bedeutsamer für uns, als bei ihnen ein Faktor, welcher sich bisher bei einschlägigen Vergleichen ungebührlich breit machte, nach unserer Meinung als eliminirt zu betrachten ist. Es handelt sich nämlich um die von Berghaus konstatirte Abnahme der mittleren Wasserhöhe einiger der grössten europäischen Flüsse, welche Abnahme B. aber von allen Strömen der alten Welt bis über Sibirien hin behauptet. Der Text zu seinem physikalischen Atlas handelt darüber von S. 64—68.

Wenn man bisher, wie auch Berghaus selbst, immer gesagt hat, die Abholzung der Gebirgshänge, deren kleine Gewässer die grossen Flüsse speisen, und überhaupt der Flächen eines Flussgebietes sei die einzige Ursache einer Wasserabnahme des Hauptstromes, indem so seine Zuflüsse unterwegs immer mehr rasch und stark verdunsteten, so wird diese Annahme nach unserer Ansicht schon durch den Umstand unwahrscheinlich, dass der Sachverhalt der Flussspiegel-Senkung ein so weit verbreiteter ist. Könnte dieser Zusammenhang nämlich wirklich von den europäischen Flüssen gelten, so wäre er doch nicht zugleich bei den sibirischen vorauszusetzen, da dort von einer bedeutenden Abholzung um die Quellenflüsse keine Rede sein kann, weil die Besiedelung dazu viel zu schwach ist.

Folgende kurzen Betrachtungen sprechen noch viel bestimmter gegen grossen Einfluss überhaupt und namentlich die besagte Wirkung der Abholzung:

Wir wissen, dass ein kahler Boden das Wasser viel rascher in Gerinnen zusammenfliessen lässt, als ein reich bewachsener, welcher es an der rauhen und viel grösseren Fläche länger festhält und seinen Lauf hemmt. Es müssten also bei den von Berghaus untersuchten Flüssen Rhein, Weser, Elbe, Oder, Weichsel und Memel, hätte der Pflanzenbestand ihrer Flussgebiete so bedeutend abgenommen, wie man voraussetzt, die plötzlicheren Sommerfluten im Laufe der Zeit sich vermehrt haben. Nun aber zeigen die Berghaus'schen Tableaux des Atlasses 11, 12, 13, 14 nichts Derartiges. Bei der Elbe z. B., für welche dieselben 110 Jahre umfassen, war plötzliches Sommerhochwasser von 1731—1740 fünfmal,

„ 1741—1750 viermal,

„ 1751—1760 zweimal,

von 1761—1770 fünfmal,
„ 1771—1780 zweimal,
„ 1781—1790 siebenmal,
„ 1791—1800 keinmal,
„ 1801—1810 dreimal,
„ 1811—1820 dreimal,
„ 1821—1830 fünfmal,
„ 1831—1840 zweimal.

Es ist also eine Zunahme der plötzlichen Fluten gar nicht vor folglich auch kein Unterschied in dem Pflanzenwuchse, so weit er l stimmend sein sollte.

Ferner: Wäre bedeutenderer oder geringerer Waldbestand, d oder dünnerer Pflanzenwuchs überhaupt in dem beregten ursächlich sammenhange mit der Wassermenge der grossen Gerinne, so müsste sechs mit einander verglichenen Flüssen der Berghaus'schen Abh der Rhein am wenigsten an mittlerer Pegelhöhe eingebüsst haben, Hauptbereich seiner Zuflüsse des Pflanzenwuchses ganz entbehrt, u seine die mittlere Pegelhöhe stark mitbestimmende stehende Sommerflu lich der Eis- und Schneeregion angehört. Nun aber hat er von alle Flüssen gerade am **meisten** an Spiegelhöhe verloren, wie die folgend Tabelle zeigt:

Der Rhein	sank	bei	Emmerich	von	1771—1840 $33\frac{1}{2}''$, also jährlich $5''',74$.
Die Weser	„	„	Minden	„	1821—1840 $2\frac{9}{10}''$, also jährlich $2'''$, 7.
Die Elbe	„	„	Magdeburg	„	1731—1840 $33\frac{3}{10}''$, also jährlich $3''',63$.
Die Oder	„	„	Küstrin	„	1781—1840 $15\frac{9}{10}''$, also jährlich $3''',18$.
Die Weichsel	„	„	Thorn	„	1801—1840 $9''$, also jährlich $2''',7$.
Die Memel	„	„	Tilsit	„	1821—1840 $8\frac{4}{5}''$, also jährlich $5''',28$.

Beachten wir hier noch zugleich, dass die Memel, ein verh mässig spärlich bewachsenen Ebenen angehöriger Fluss, nächst dem

am meisten versiegt ist, so muss es uns wohl augenscheinlich werden, dass eine etwaige Abnahme namentlich der hohen Vegetation die Erscheinung durchaus nicht erklären kann.

Endlich zeigt uns ein Vergleich der vorgeführten ganzen Flussspiegel-Senkungen mit den zugehörigen Zeiträumen eine so gute Progression, dass die Abholzung wohl kaum auf so weiten Strecken so gleichmässigen Schritt gehalten haben könnte.

Wenn wir nun daneben wissen, dass die Erscheinung zugleich Europa, Asien und Nordamerika angehört, also hemisphärisch ist, so dürfte wohl kein Zweifel daran bleiben, dass man sie einer zunehmenden Absorption des Wassers durch den austrocknenden Boden und einer grösseren Fähigkeit der Luft zur Wasserdampf-Aufnahme auf der entfluteten Nordhalbkugel beimessen müsse.

III.

Die Petermann'schen Geogr. Mittheilungen brachten im Jahre 1875, auf S.S. 229 und 30, ein Verzeichniss der auf mittlere Jahresspiegel reduzirten Pegelablesungen aus einer Anzahl von Ostseehäfen und Stationen, welches Verzeichniss unsere oben diskutirten Reihen um 10 Jahre, bis 1874 verlängerte. Wir behandelten diese so bedeutend gewachsenen Ziffernfolgen zunächst ebenso, wie es in dieser Schrift auf Tafel II geschehen, d. h. hoben bei der Nebeneinanderstellung der 10 längsten Reihen durch graphische Mittel das Steigen und Sinken der jährlichen Durchschnitts-Spiegel hervor. Es zeigte sich wiederum eine Gleichmässigkeit der Jahres-Bewegung für das ganze baltische Niveau, da die Beobachtungsstationen nach ihrer Lage dasselbe in seiner Totalität beherrschten.

Diese längeren Reihen brachten aber einen Umstand zur Evidenz, welcher bei den früheren kürzeren nicht hatte hervortreten können. Es zeigte sich nämlich nun sehr deutlich, dass ganze Jahresgruppen einen höheren oder tieferen Gesammt-Spiegelstand wiederholt aufwiesen, welcher in regelmässigen Zeitabständen zu wechseln schien.

Um das zu klarerer Anschauung zu bringen, verwandelten wir das bloss in Ziffern Dargestellte in eine Gesammtkurve der Bewegung für den ganzen baltischen Spiegel. Dieses wurde in der Weise bewirkt, dass wir

zuerst aus sämmtlichen Mittelzahlen eine einzige herstellten und nun zusahen, wie in jedem einzelnen Jahre dessen besondere Durchschnitts-Spiegelhöhe aller mitsprechenden Pegel von der Mittelzahl des ganzen Zeitraumes abwiche. (Zu diesem Zwecke hatten wir vorher die ganze Beobachtungszeit von 64 Jahren in zwei Stücke zu zerlegen gehabt, da die Berghaus'schen Reihen von 30 Jahren (1811 — 40 incl.) nur die 3 Pegel Memel, Pillau und Swinemünde betrafen, die Beobachtungen der letzten 27 Jahre dagegen wie gesagt, vollständige Reihen von 10 Pegeln lieferten.) Die so hergestellte Kurve, welche hier auf einer zusätzlichen Tafel mitgetheilt wird, zeigte nun auf den ersten Blick den schon angedeuteten Verlauf. Si[illegible] oszillirte offenbar um eine flache Serpentine nach grösseren Jahresgruppen au[illegible] und nieder, und die Abstände gleichliegender Gruppen deuteten auf ein[illegible] Periode von etwa 30 Jahren bis zur Wiederkehr.

Das war eine Erscheinung, welche den Stempel der Neuheit an sic[illegible] trug in sofern, als eine bei den oben diskutirten 54 jährigen Reihen lediglic[illegible] meteorischen Einflüssen und einer allgemeinen Senkung des Ostseeniveau[illegible] zugeschriebene Unregelmässigkeit sich nunmehr als eine vorher unerken[illegible] bare Regelmässigkeit, gegenüber der Grösse des früher vermeintlich hervo[illegible] getretenen Senkungsbetrages aber sich als eine starke Korrektur erwies.

Aber welches Neue und vorher Unbekannte spielte hier mit? Das w[illegible] die Frage. Sollte vielleicht hierin die in Bezug auf das Meerwasser sch[illegible] feststehende Einwirkung des Mondes auf ein anderes terrestrisches Beweg[illegible] liches zugleich zum Ausdrucke kommen?

Die Frage der kosmisch erregten Wasserumsetzung stand damals [illegible]

Der in dieser Schrift vorgeführte australische 1871 er Flutkurven[illegible] hatte schon die temporäre Wasserversetzung durch den Mond auf's klar[illegible] erwiesen. Ein trotz dessen gegen diesen Nachweis erhobener Einwand w[illegible] demnächst (in unserer Schrift „Die Gezeiten etc.") durch vollständigstes B[illegible] obachtungsmaterial von Australien her entkräftet worden, und die zeitweili[illegible] Wasserversetzung hatte (in derselben Schrift) durch Parallelisirung d[illegible] australischen Jahreskurven mit gleichzeitig entstandenen von Kalifornien h[illegible] die denkbar glänzendste Bestätigung erhalten, so dass an der Richtigk[illegible] der Theorie rücksichtlich der gedachten Tragweite kein Zweifel ferner b[illegible] stehen konnte.

Die brauchbare und wohlmeinende Kritik einerseits hatte, unter An[illegible] kennung der genannten Leistung, doch übereinstimmend Zweifel an der v[illegible] der Theorie namentlich behaupteten permanenten Wasserumlegung a[illegible] recht erhalten.

Andererseits hatte es ein Gelehrter unternommen, die blosse und permanente Wasserumsetzung streng mathematisch zu begründen.

Der Verfasser selbst hatte sich, unter diesem beirrenden Widerstreite zwischen Meinungen und anscheinend scharf mathematischem Ergebnisse zu seinen Gunsten, reine Bahn zu schaffen gesucht durch folgende Betrachtung: Seewasser hat das durchschnittliche spez. Gewicht 1,027. Einer einseitig versetzten Kalotte desselben von beliebiger zentraler Mächtigkeit würde das Gleichgewicht gehalten werden müssen durch eine Scheibe der festen Erdstoffe, welche man sich längs des Aequators aus der Erdkugel herausgeschnitten denken könnte, und welche zu derjenigen Halbkugel der Erde gehören müsste, die das versetzte Wasser verloren hätte. Eine solche Scheibe besässe, nach bekannten Feststellungen, etwa das durchschnittliche spez. Gewicht 5,56, brauchte demnach nur 5,560 : 1,027 = etwa ein Fünftel der jeweiligen Dicke zu haben, welche der polaren Mitte der versetzten Seewasser-Kalotte zukäme. Die Dicke der festen Scheibe aber würde die Strecke bezeichnen, um welche der Schwerpunkt der Erde durch das versetzte Wasser verlegt worden wäre, folglich müsste die Kalotte desselben gegen die bewirkte Schwerpunkts-Verlegung fünfmal zu hoch gewölbt erscheinen und demnach zu vier Fünfteln auseinander zu fliessen haben. Dieses Auseinanderfliessen aber machte die äquatoriale feste Scheibe in demselben Maasse als Gegengewicht unnöthig, mithin würde sie auch nur ein Fünftel der vorhin angenommenen Stärke zu behalten brauchen. Damit aber wäre die restirende Versetzungskalotte abermals fünfmal zu hoch aufgestaut, flösse weiter auseinander und so fort bis zu ihrem gänzlichen Verschwinden. Das Resultat war also gewesen: Eine permanente kosmische Versetzung des Meerwassers allein ist nicht möglich, auch nicht einmal eine solche für die kurzen Zeiten einiger Jahre, eines Halbjahres, einiger Monate.

Diesem einfachen Ergebnisse nun standen die offenbare, über ein Jahr hinausreichende 1871 er Wasserversetzung und die augenscheinlichen mehrjährigen, sogar etwa 30 jährigen, Schwankungen gegenüber, welche das Ostseeniveau so schlagend aufwies, und welche, da sie alle Pegel auf der langen Linie von Westen nach Osten in genauer Uebereinstimmung betrafen, unmöglich auf etwas anderes als wasserversetzende Beeinflussung des ganzen nordhemisphärischen Meerniveaus zurückgeführt werden zu können schienen.

Sie dienten denn als erste augenfällige und allgemeine Stütze für den übrigens von der Logik allein schon gebotenen Schluss: Wenn Sonne und Mond unbestrittenermaassen einen oberflächlichen flüssigen Bestandtheil der Erde stören und vorübergehend verschieben, so bewegen und verschieben

sie gerade so etwaige flüssige oder bewegliche terrestrische Innenstoffe, und wenn sie dieses thun, so kann die Theorie trotz alledem nach ihrer ganzen ursprünglich behaupteten Tragweite richtig sein, d. h. auch in Bezug auf eine periodisch permanente Verlegung des Gravitationspunktes der Erde.

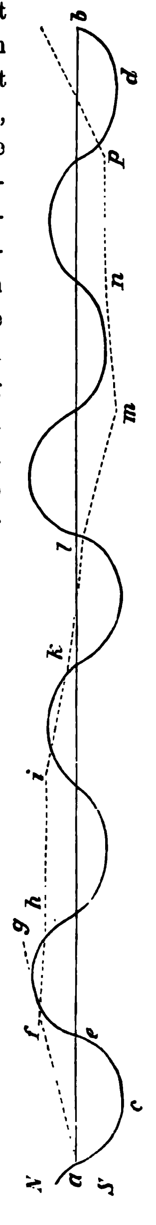
Es galt mithin, die Ostseespiegel-Bewegungen, wie sie nun für 64 Jahre vorlagen, von dem neuen Gesichtspunkte aus zu untersuchen zu dem Zwecke, entweder diesen Gesichtspunkt als richtigen zu erkennen und so die permanente, kosmisch bewirkte Meerwasser-Umsetzung für immer zu dem Range einer Thatsache zu erheben, oder sie für immer abzuthun.

Folgende vier Betrachtungen gingen dieser Untersuchung voraus:

1) Innere flüssige, d. h. verschiebbare Erdstoffe, gleichviel in welcher Menge sie noch vorhanden seien, und ob sie gegen den Mittelpunkt des Erdkörpers hin noch einen kugeligen Raum füllen oder nicht, werden auf alle Fälle nach der Erdoberfläche zu keinen Spiegel bilden können, sondern dort in eine Art Astwerk verlaufen, wie Klüfte, Gänge und verstreute Höhlungen sie enthalten. Wenn daher die kosmische Anziehung eine Ortsveränderung an ihnen ausübt, so wird diese Wirkung nicht einer stetig mitlaufenden Wiederausgleichung solcher Störungen unterliegen, wie der Meeresspiegel, welcher nur in einer Lage zur Ruhe kommt und im Gleichgewichte ist. Die verschobenen Innenstoffe, in wiefern sie nicht mit einander kommuniziren, werden an ihren neuen Stellen einmal ebenso gut im Gleichgewichte zu einander sein, als an den früheren, zweitens in dem Netzwerke von Klüften und Reservoirs, in welchem sie bewegt werden, auf tausendfältige Art gefangen und festgehalten, dazu durch Erstarren nahe unter und über der Erdoberfläche fixirt. Daher kann das Maximum einer einseitig versetzenden Wirkung der nur über eine Erdhalbkugel mehrere Jahre lang fallenden Mondnähe immer erst am Ende einer solchen Periode liegen, muss sogar um ein Gewisses hinter dieses Ende fallen, da das zur anderen Halbkugel übergehende Perigäum zunächst, während es namentlich die Aequatorialgegenden betrifft, nicht merklich seinem eben zu Ende gegangenen versetzenden Einflusse entgegen arbeiten kann. Sollte es sich daher finden, dass die Ostseespiegel-Schwankungen, nach Halbperioden des Perigäums, solche der bezeichneten Art wären, also Maxima und Minima der Spiegelhöhe an oder nahe hinter den Enden der $4^3/_7$ jährigen Zeiträume zeigten, die ersteren nach den Uebergängen der Mondnähe zur südlichen, die letzteren hinter denen nach der nördlichen Hemisphäre, so würde man

darin einen ersten **Beweis** für die Existenz und kosmisch erregte Ortsverlegung innerer beweglicher Erdstoffe sehen müssen. —

2) Der Erdschwerpunkt ist es, welcher die genaue Bahn um die Sonne beschreibt. Wenn er daher durch Stoffversetzung verlegt wird, so heisst das: Der ganze Erdkörper weicht um den Betrag dieser Verlegung entgegengesetzt aus. Dabei kommt aber sein Beharrungsvermögen als Masse der Art in's Spiel, dass er eine ihm einmal gegebene Lage gegen die Bahnebene beizubehalten, ja im Sinne der Verschiebung noch zu überschreiten strebt so lange, bis eine entgegengesetzte Wirksamkeit dieses Streben überwindet und die umgekehrte Ausweichung erzwingt. Diese Erzwingung nun wird nicht den ganzen Effekt haben können, welcher ihr nach der Grösse der Stoffverlegung zukäme, denn ein gewisser Anfangstheil des fraglichen Impetus muss immer auf die Ueberwindung des früheren, entgegengesetzten verwendet werden. Wenn solche aufeinander folgenden kleinen Hin- und Herzerrungen des Erdkörpers von vollkommen **gleicher** Stärke wären, so würde er eine flache Serpentine vollkommen **gleicher** Schlingen beschreiben. Wenn sie aber paarweise **ungleich** an Kraft wären, so müsste die durch sie entstehende flache Serpentine um eine zweite mit längeren Schlingen der Art oszilliren, dass immer vier kürzere, von je einer Halbperiode des Perigäums, innerhalb einer längeren fielen. Nebenstehende Zeichnung möge das versinnlichen.



Die Gerade a b stelle zunächst einen gewissen Zeitverlauf, sagen wir neun Halbperioden des Perigäums, dar und sei in diese Anzahl gleicher Stücke eingetheilt. Ebenso bedeute sie als Abszissenachse den Erdäquator, zu dessen beiden Seiten die sukzessiven nördlichen und südlichen Deklinationen des Perigäums als Koordinaten angetragen seien. Eine Linie, welche die Endpunkte aller verbände, würde die Gestalt der Serpentine c d annehmen, welche aus alternirend mehr gewölbten und flachen Schlingenpaaren bestände. Die oberen Schlingen mögen die nördlichen, die unteren die südlichen Halbperioden bedeuten. Gesetzt, die erste **grössere** südlich gerichtete Stoffverlegung der Halbperiode a e triebe den Schwerpunkt und das Meerwasser der Erde nach

Süden, das feste Erdganze um denselben Betrag nach Norden, und punktirte Linie a f bezeichnete den Betrag und die Richtung dieser letzt Bewegung. Der Erdkörper hätte als träge Masse alsdann das Bestreben, n nur in der zur Schwerpunktsbahn ihm aufgezwungenen Lage, sonc auch Richtung zu verharren, also nach g hin weiterzugehen. Die na folgende grössere Stoffversetzung nach Norden würde somit zum Th verbraucht, um diese Weiterbewegung nach g hin aufzuheben, versch den Erdkörper demnach mit nur einem Reste ihrer Wirkung n Süden und brächte ihn etwa dazu, die Richtung f h einzuschla Die nächst einsetzende erste kleinere Stoffverschiebung nach Sü welche das Erdganze nach Norden zerren müsste, würde etwa g darauf gehen, um seine vorher schliesslich erlangte schwache Richt nach Süden hin zu paralysiren und machte ihn nur in der zuletzt erlan Lage weiter gehen. Die nun zur Wirkung kommende zweite klein Stoffversetzung nach Norden hätte demgemäss kaum einen Trägheits-Wi stand zu überwinden und führte die Bewegung mit ganzer Gewalt n Süden hin, sagen wir in der Richtung i k. Der Impetus der ferner Wirksamkeit gelangenden, abermals grösseren Stoffverlegung nach Sü welche die Erdkugel nach Norden triebe, würde wieder grösstentheils da gehen, um den vorigen stärkeren Zug nach Süden zu kompensiren, sprechend wenig in normalem Sinne leisten und den Erdkörper etwa in Richtung k l zu einer mittleren Lage gegen seine Bahnebene brin Nunmehr aber wäre der nächstfolgenden zweiten grösseren Verset nach Norden durch die letzte Halbperiode sogar Vorschub geleistet, unc würde daher die feste Kugel in der Richtung l m bis zu etwa einer äusse südlichen Lage fördern können, welche durch die nächste südliche klei Stoffversetzung höchstens um ein Geringes gemindert, durch die zweitnä kleinere nördliche wohl nur in der mit n gleichen Lage p belassen we dürfte, so dass die hier am Schlusse unserer Zeichnung eintretende grös Stoffversetzung nach Süden das Erdganze mit voller Kraft nach No und dorthin bis zu einer Maximal-Ausweichung zu treiben vermö Damit wäre aber ein Zyklus vollendet, und das geschilderte Spiel beg von neuem. Im ganzen würde der Erdkörper also, wie vorhin ge während 8 Halbperioden des Perigäums zwei alternirende Schlingen sehr flachen Serpentine beschreiben, und in jede von beiden würden ung 4 kürzere Schlingen der Bahn des Perigäums fallen. (Dieselbe Serpe würde ebenso gut herauskommen, wenn die Zeichnung mit jeder and Mondhalbperiode begänne und der Erdschwerpunkt dabei beliebig an

liegend angenommen würde.) Es versteht sich von selbst, dass die so erzwungene Lageänderung des Erdkörpers nicht einen geknickten Verlauf, gleich dem gezeichneten, sondern einen ganz allmäliger Uebergänge nehmen könnte. (Ein leicht anzustellender physikalischer Versuch kann das zur direkten Anschauung bringen. Wenn wir einen Kreisel über ein langes, etwas geneigtes Brett langsam hinlaufen lassen und dabei letzteres abwechselnd stärker und schwächer hin und her schieben, so beschreibt der Kreisel die eben konstruirte Bahn als schön geschwungene Schlangenlinie.)

Es wären also der Klarheit willen bei dem vorausgesetzten Zusammenhange zwei in Wirklichkeit identische Bewegungen längerer Perioden zu unterscheiden, die eine des Erdschwerpunktes innerhalb der Erdkugel, mit welcher der jeweilige mittlere Stand des Seespiegels genau übereinzustimmen hätte, die andere des Erdganzen, welche ersterer gerade entgegengesetzt verliefe, und welche für sich allein gleichfalls zu gewissen Zeiten an Stand und Bewegungen des meerischen Niveaus erkennbar sein müsste.

Letztere Bewegung nämlich, die des festen Erdkörpers, wäre eine auf eine Zeitabszisse übertragene Pendelung, mit Ruhepunkten an ihren Grenzen (grössten Ausweichungen des Erdkörpers), mit raschestem Gange um die Mitten der Schwingungen. Da nun der Wassermantel der Erde nur lose mit derselben verbunden ist und seinerseits dem Gesetze der Beharrung unterliegt, so müsste der Seespiegel zu Zeiten raschesten Verlaufes der Pendelschwünge gegen das Feste erst merkbar zurückbleiben, darauf dasselbe oszillatorisch überholen, also vorübergehend grössere Amplitude der Schwankungen von Jahr zu Jahr und überhaupt grössere Unruhe aufweisen. (Das anfängliche Zurückbleiben des Wassers würde, je nach dem nördlich oder südlich gerichteten Schwunge des Erdkörpers, in einer rasch vorübergehenden Senkung oder Hebung des Seespiegels sichtbar werden.) Ebenso würde um die relativen Ruhezeiten der Pendelung der Meeresspiegel die geringsten Jahresoszillationen vollziehen, demnach verhältnissmässige Stabilität besitzen müssen.

Wenn sich also bei der Ostsee eine mittlere Spiegelbewegung der gedachten Länge von etwa 8 Halbperioden des Perigäums, in der skizzirten Serpentinengestalt und an betreffenden Stellen ihres Verlaufes von der letzterwähnten Unruhe oder relativen Stabilität begleitet herausstellte, so würden solche Thatsächlichkeiten einen zweiten unverwerflichen Beweis für die kosmisch erzeugte, periodisch permanente Versetzung innerer beweglicher Erdstoffe vor Augen stellen. —

3) Der Effekt einer bewegenden Kraft auf einen zu bewegenden Körper

wird, wie bekannt, mitbestimmt durch den Widerstand, welchen das Be[illegible]
wegte der Ortsveränderung entgegensetzt. Dieser Widerstand richtet sic[illegible]
nach der Masse des Bewegten, und für diese haben wir als Maass da[illegible]
spez. Gewicht. Einen spez. doppelt so schweren Körper wird eine un[illegible]
dieselbe Kraft (wenn wir, wie das geschehen darf, die Reibung durch de[illegible]
entsprechenden Impetus als gleich überwunden setzen und so eliminiren[illegible]
nur mit halber Geschwindigkeit oder durch eine halb so lang[illegible]
Strecke in derselben Zeit bewegen. Wenn die vom Monde (der Annahm[illegible]
nach) versetzten inneren Erdstoffe allen Theilen der Erdkugel gleichmässig[illegible]
angehören würden, so hätten wir als Maass für deren durchschnittliche[illegible]
Widerstand gegen das Bewegtwerden, im Verhältnisse zu dem entsprechende[illegible]
Widerstande des Seewassers, das durch viele Untersuchungen festgestellt[illegible]
durchschnittliche spez. Gewicht desselben von 5,56. Da aber die Ver-[illegible]
setzungswirkung das eigentliche Zentrum der Erde gar nicht, einen ge-[illegible]
wissen umgebenden Raum, welcher die schwersten Erdstoffe enthält, nu[illegible]
unscheinbar wenig betreffen könnte, dagegen vorherrschend der Erd-[illegible]
oberfläche nähere Kugelschalen, mit den leichtesten Stoffen, (die Oberfläch[illegible]
selbst am meisten), affiziren müsste, so würde sich ein Näherungswerth de[illegible]
vorausgesetzten Leistung ergeben, wenn wir das spez. Gewicht der ober-[illegible]
flächlichen Erdstoffe doppelt ansetzten. Dasselbe ist zu 2,78 bestimmt.[illegible]
Besagter Näherungswerth des Widerstandes würde sich demnach durch[illegible]
(5,56 + 2,78) : 2 = 4,17, oder als stark das Vierfache dessen de[illegible]
Seewassers herausstellen. Demnach würde letzteres durch den kosmischen
bewegenden Einfluss stark viermal so weit von seiner Stelle geschafft
werden können, als durchschnittlich die inneren verschiebbaren Erdstoffe,
und müssten die temporären Schwankungen, welche der Seespiegel in
Folge lediglicher Wasserversetzung vollzieht, stark viermal so lebhaft
sein, d. h. um so oftmal so grosse Schwingungsweiten aufweisen, als die
periodisch permanenten Schwankungen zeigten, welche Folgen von
lediglichen Stoffversetzungen wären. Nun käme aber bei den
Schwingungsweiten der periodisch permanenten Schwankungen auch das zugleich versetzte Seewasser als Moment mit in Anrechnung, denn es hälfe
immer das Mehrgewicht einer terrestrischen Halbkugel um knapp ein Viertel
gegen die Erdstoffe mit vergrössern, folglich müssten die periodisch permanenten Schwingungen sich zu den temporären des blossen Wassers wie
$1 + \frac{1}{4} : 4$, oder wie $5 : 16$, genauer gerechnet wie $2 : 7$ verhalten. Im
Falle wir bei sichtlich zweierlei Schwankungen des Ostseespiegels, bei
solchen rascher vorübergehender und solchen periodisch längerer Dauer,

dieses Grössenverhältniss thatsächlich vorfänden, würden wir in demselben den dritten Beweis der durch den Mond bewirkten Versetzung von inneren Erdstoffen zu erkennen haben. —

4) Wenn die theoretisch behauptete periodisch permanente Verlegung von Erdstoffen und Meerwasser durch die Sonne in der gegenwärtigen Halbperiode des Perihels irgend welche merkliche Beträchtlichkeit erreichte, so müsste sich ein Stücklein dieser Leistung in einer Zeit von 64 Jahren wenigstens in einer Spur zu erkennen geben, d. h. wir müssten den Ostseespiegel in diesem Zeitraume um einen gewissen Betrag sinken sehen. Sollte die Beobachtung etwas Derartiges feststellen, so würde man darin einen vierten, und zwar den für die Theorie durchgreifendsten Beweis geliefert sehen. —

Zur genauen graphischen Darstellung der auf alles Vorstehende hin zu prüfenden 64 baltischen Jahres-Spiegelstände entwarfen wir zwei Systeme von Abszissen und Koordinaten, wie sie die hier neu beigegebene Tafel enthält.

Das obere System A stellt in der stärker ausgezogenen Serpentine PP die Bahn des Perigäums für die 64 Jahre dar, wie sie nach den Ephemeriden des Mondes sich ergibt. Die Bögen derselben über der Abszissenachse sind ihre nördlichen Deklinationen, wie vorn durch N. angedeutet ist; die Bögen unter derselben Linie sind, wie ebenfalls vorn durch S. bezeichnet, diejenigen südlicher Deklinationen. Die über diesem Systeme hinlaufenden, abwechselnd mit N und S bezeichneten Klammern markiren die 3jährigen Verschlingungen des Perigäumslaufes mit der Ekliptik EE. Die unterhalb des Systems angebrachten längeren, mit 1, 2, 3 etc. bezifferten Klammern umspannen die durchschnittlich $4^3/_7$ Jahre langen Halbperioden, während welcher das Perigäum von 1811 an bis 1874 ausschliesslich entweder über die Nord- oder Südhalbkugel der Erde fiel.

Das System B führt die Kurve der sämmtlichen Schwankungen der Jahres-Mittelspiegel der Ostsee innerhalb des gedachten Zeitraumes vor. Seine mittlere, stärker ausgezogene Abszisse bedeutet den herausgerechneten Gesammt-Mittelspiegel; die zu ihren beiden Seiten liegenden 20 feiner ausgezogenen Abszissen sollen Höhen über und Tiefen unter diesem Mittelspiegel abtheilen, und zwar sollen alle so bezeichneten senkrechten Abstände je 10^{mm} bedeuten. Das System zerfällt in zwei Stücke. Das erste umfasst die Zeit von 1811 bis 1847 incl., das zweite die von 1848 bis 1874 incl. Beide Stücke sind aus einem bald anzugebenden Grunde

gegen einander verschoben. In der Mitte jedes durch die Koordinate[illegible] abgetheilten Jahresraumes ist der in jedem Jahre gegen das Gesamm[illegible] Durchschnittsmittel sich ergebende abweichende Spiegelstand durch eine[illegible] Punkt markirt, und alle diese Punkte sind unter einander durch gestrichel[illegible] Gerade verbunden. Auf diese Weise zeigen letztere insgesammt in ein[illegible] Zickzacklinie $\alpha\alpha$ die Schwankungen, welche der Ostseespiegel in au[illegible] einanderfolgenden Jahren ausgeführt hat. In der Mitte des Systems [illegible] eine Lücke von 5 Jahren (von 1841 bis 1845 incl.), von denen b[illegible] jetzt keine Berechnungen publizirt worden sind; doch erwächst a[illegible] dieser Lücke, wie sich finden wird, keine wesentliche Beeinträchtigu[illegible] des Ganzen. — Nach diesen Erläuterungen gehen wir über zur Untersuchu[illegible] der so veranschaulichten baltischen Seespiegel-Bewegungen und zw[illegible] zunächst

ad 1) der obigen Betrachtungen.

Der Mittelspiegel einer Halbperiode des Perigäums wird dargeste[illegible] durch eine Gerade, welche die Kurve der gleichzeitigen Spiegelbewegu[illegible] so durchschneidet, dass deren Zickzackausweichungen zu beiden Seiten [illegible] durchgelegten Geraden gleichgrosse Flächen umschliessen. Die Gerade [illegible] aus dem oben angegebenen Grunde (Unwirksamkeit der Mondnähe senkre[illegible]h über dem Aequator) um etwa $^1/_2$ Jahr über den Abschluss jeder Halbperi[illegible]de hinaus verlängert. Ihr Endpunkt bildet (wegen Kontinuität des Mitt[illegible]l-spiegels) zugleich den Anfangspunkt der nächstfolgenden Geraden, wel[illegible]he das weitere Durchschnittsniveau von $4^3/_7$ Jahren in angegebener Art d[illegible]r-stellt. Da dieser Punkt also festliegt, so ist die Lage jedes folgen[illegible]en Mittelspiegels durch ihn mitbestimmt und hat von ihm an so zu v[illegible]r-laufen, dass die betreffenden Seitenflächen, die Summen der beiderseitig[illegible]en Koordinaten, gleich werden. Kompensationen in dieser Hinsicht übertrag[illegible]en sich, ebenfalls wegen Kontinuität des Spiegels, von jeder Halbperiode au[illegible]ch auf die nachfolgende. Die Gesammtheit aller 14 so entstandenen Abszis[illegible]en bildet die flacher verlaufende Zickzacklinie $\beta\beta$, und sie kann nur so u[illegible]nd auf keine andere Art liegen.

Wie verläuft sie nun? Sie steigt an bei allen nördlichen Dek[illegible]li-nationen des Perigäums ohne Ausnahme, sie senkt sich bei allen sü[illegible]d-lichen. Die grösste Annäherung des Mondes an die Nordhalbkugel d[illegible]er Erde war also unveränderlich von der Erscheinung begleitet, dass d[illegible]der Mittelspiegel der Ostsee, mithin der mit ihm verbundene ozeanische d[illegible]der Nordhemisphäre der Erde sich hob. Die grösste Annäherung des Mon[illegible]des an die Südhalbkugel der Erde hatte ebenso unveränderlich als Begl[illegible]eit-

erscheinung das Fallen des baltischen (und des nordozeanischen) Niveaus, demnach sicher das Ansteigen des südozeanischen Gesammtspiegels. Solchermaassen ist der theoretisch behauptete Einfluss des Mondes auf das terrestrische Gesammtmeer eine Thatsache. Diese Thatsache lässt auch keine andere als die gegebene theoretische Erklärung zu, folglich ist diese und keine andere als diese richtig.

ad 2) der Betrachtungen.

Die gedachten Schwankungen des Ostseespiegels nach den Halbperioden der Mondnähe gestatten abermals die Reduktion auf eine Mittellinie, welche entweder eine Gerade oder selbst wieder eine flachere Kurve bilden kann. Sie wird alle halbperiodischen Schwankungsstrecken zu halbiren haben, so dass sie zu beiden Seiten gleichgrosse Dreiecke, von ihr selbst und dem Halbperioden-Zickzack umschlossen, alternirend liegen lasse. Die Serpentine *YY* der Tafel stellt diese sich mechanisch ergebende Mittellinie dar. Sie ist eine ganz gleichmässig verlaufende Serpentine, also der graphische Ausdruck einer auf die Zeitabszisse *δδ* übertragenen Pendelbewegung. Da sie den (einzig möglichen) Durchschnitt aller 64jährigen Spiegelbewegungen des nordhemisphärischen Oberflächen-Wassers der Erde darstellt, so wird ihr gerades Gegentheil, nämlich eine Serpentine mit gleich grossen entgegengesetzt liegenden Schlingen, der Ausdruck der mittlerweiligen Oszillation des Erdkörpers gegen seinen Schwerpunkt oder gegen die Ebene seiner Bahn um die Sonne bilden.

Diese letztere Pendelbewegung als solche tritt hervor in ein paar Sachverhalten, deren einen wir oben theoretisch voraussetzten. Wir sehen den Ostseespiegel (also den ozeanischen) in der lebhaftesten Bewegung von Jahr zu Jahr in genau den 4 Zeiten, wann die Serpentine eine Mittellage überschreitet, wie das in den Jahren 1823—26, 1833—36, 1853—56, 1865—68 der Fall. Dieses Zusammenfallen lässt keine andere Erklärung zu als die, dass der feste Erdkörper selbst so geschwankt habe, dass der gegen das Feste alsdann erst zurückbleibende Wasserspiegel dasselbe hinterher oszillatorisch überholt, damit aber die gleichzeitigen temporären Schwankungen vergrössert und in etwa umgebildet habe.

Die pendelnde Schwingung des Erdkörpers spricht sich jedoch noch weit bestimmter und handgreiflicher in einem anderen Umstande aus. Ein schwingender Körper befolgt in seinen Bewegungen einen gewissen festen Rhythmus. Er hängt, wie wir wissen, der stabilen Erdattraktion gegenüber lediglich ab von der schwingenden (pendelnden) Länge. Er wird bei einer Pendelbewegung der Erdkugel abhangen von einem gewissen Maasse der

Mehrbeschwerung entgegengesetzter Halbkugeln und dem Verhältnisse solches Maasses zum Erdganzen. Dieses Maass und Verhältniss ist nun der Art, dass es den Erdkörper schon nach ungefähr 7 Halbperioden des Perigäums einen vollen Hin- und Hergang vollziehen macht und nicht erst nach 8, wie wir es oben illustrationsweise angaben. Gleiche Lagen zur Bahnebene erreicht die Kugel immer schon wieder nach etwa 31 Jahren (und nicht erst nach $35^3/_7$), was an der Serpentine ohne weiteres abgelesen werden kann. Sie ist demnach an gewissen Stellen ihres Pendelganges unabhängig von der kosmisch in ihr bewirkten Stoffumlegung, macht ihre Schwingung selbstständig, ganz wie ein Pendel, welches aus seinem Rhythmus nicht herausgebracht wird durch schwache Stösse in einer der augenblicklichen Schwingungsrichtung entgegengesetzten und in deren Folge bloss geringeren Ausschlag gibt.

ad 3) der Betrachtungen.

Die in unserer Zeichnung rein mechanisch entstandenen Ausweichungen der Serpentine $\gamma\gamma$ von der hindurchgelegten Abszissenachse $\delta\delta$ tragen ein festes Verhältniss zu den gleichzeitigen weitesten Seespiegel-Oszillationen kurzer Dauer. In dem ersten Theile des Systems B., vom Jahre 1811 bis 1847 incl., betragen die Ausweichungen der Serpentine nach beiden Seiten zugleich 60^{mm}; die weiteste Schwankungs-Amplitude kurzer Seespiegel-Oszillation (in den Jahren 1825 und 1826) umspannt dagegen 210^{mm}. Das Verhältniss der ersteren zu letzteren ist also 2 : 7. In dem zweiten Stücke des Systems, von 1848—74 incl., weicht die Serpentine hin und her um 40^{mm} aus; die weitesten Wasser-Oszillationen ihrerseits zeigen einen Schwingungsbereich von 140^{mm}. Auch dieses Grössenverhältniss ist 2 : 7. Beides entspricht demnach genau dem oben dargelegten Verhältnisse der Umlegungsfähigkeit (also den Umlegungsstrecken) bei inneren Erdstoffen und Meerwasser. Diesem selben Verhältnisse entspricht zweitens noch genau umgekehrt die Länge der Umlegungsperioden bei Erdstoffen und Wasser, welcher Umstand zum Ueberflusse noch einen Beweis mehr für die kosmische Beeinflussung der ersteren liefert. Während das Wasser sich stetig ausgleicht und auf diese Weise am Ende jeder Halbperiode des Perigäums von selbst zu einem mittleren Spiegelstande zurückkehrt, bleiben die versetzten Erdstoffe an ihren neuen Stellen so lange statisch wirksam, bis andere hinterher entgegengesetzt verschobene diese statische Wirksamkeit aufheben. Sie können also, bei einem $3^1/_2$ mal so grossen Widerstande gegen die Versetzung, nur in einer $3^1/_2$ mal so langen Zeit zu einem Wechsel der statischen Momente führen, demnach erst nach 7 Halbperioden

eine doppelte Serpentinenschlinge zuwege bringen. Darin liegt somit auch der eigentliche Grund für den bestimmten Rhythmus der Schwankungen des Erdkörpers.

(Es bedarf hier noch einer Bemerkung darüber, wesshalb die Schwingungsweiten bei Seespiegel-Oszillationen und Serpentine in dem älteren Stücke des Systems B grösser sind als in dem neueren. Bis 1840 lieferten nur die 3 Pegel Memel, Pillau und Swinemünde das Beobachtungsmaterial, von 1846 an aber ausser diesen noch (mit vollständigen Reihen) 7 andere Pegel bis zum äussersten Westen des baltischen Beckens hin. Diese Oertlichkeiten waren und sind ungeeignet für richtige Ablesungen, verzeichnen wegen mangelnder Tiefe des Wassers zu kleine Schwankungen, wie oben in dieser Schrift und noch eingehender in unserem Buche „Die Gezeiten etc." in betreffenden Kapiteln besprochen. Die östlichen Pegel dagegen, namentlich Memel und Pillau, liefern Oszillationsweiten, welche sich den eigentlich ozeanischen am meisten nähern und ihnen nicht erheblich nachstehen dürften.)

ad 4) der Betrachtungen.

Unsere Zeichnung, welche lediglich auf von der Natur gelieferten Daten beruht, bringt es zur unmittelbaren Anschauung, wie die Serpentine und folglich alle mitlaufenden Ostseespiegel-Schwankungen um eine Gerade oszilliren, welche sich in den dargestellten 64 Jahren um 130^{mm} senkt. Die Lage dieser Linie, zunächst für das erste, 37 Jahre umfassende Stück des Systems B festgestellt, bestimmte die Verschiebung des zweiten 37 jährigen Stückes nach abwärts, denn der für letzteres berechnete Mittelspiegel musste offenbar um die Summe der vorhergehenden Senkung und derjenigen folgenden tiefer zu liegen kommen, welche sich für das zweite Systemstück bis zum ersten Durchschnittspunkte von Mittelspiegel und Serpentinenachse ergab.

Das somit unmittelbar entgegentretende stetige und gleichmässige Fallen des Ostseespiegels erklärt nun auch zwei scheinbare Unregelmässigkeiten betreffs der Serpentine und deren Achse. Die erste anscheinende Unregelmässigkeit ist der Umstand, dass die nördlichen Schlingen der Serpentine beträchtlich länger sind als die südlichen, die zweite der, dass die ersteren auch merklich weiter ausgreifen als die letzteren. Es leuchtet ein, dass eine von den Oszillationen unabhängige einseitige Bewegung des Meeresspiegels diejenigen Schwingungsbilder sowohl verlängern als erbreitern muss, welche dieser einseitigen Bewegung entgegengesetzt liegen, dagegen die andern, in gleichem Sinne mit ihr liegenden in gleichem

Maasse verkürzen und verengern wird. (Die zweite nördliche Serpei schlinge, von 1836 bis 54, würde wohl jedenfalls etwas erweitert, auch nicht verlängert worden sein, hätten statt der 5 Jahre umfas Konjektur die wirklichen Beobachtungsdaten eingefügt werden können

Für das 64 Jahre lange gleichmässige Fallen des baltischen spiegels, unmöglicherweise von dem mittlerweiligen Mondeinflusse abł ebenso unmöglicherweise meteorischen und geologischen Ursachen schreiben, bleibt, da der kosmische Einfluss für die Sonne durch die wirkung mitbewiesen ist, nichts als die säkulare Erdstoffe- und Was setzung durch erstere übrig. Wenn deren Betrag, wie aus der Zei unmittelbar abzulesen, heutzutage in 64 Jahren 130^{mm} erreicht, de im Jahrhundert 203^{mm}, so würde er in der gegenwärtigen Halbperio Perihels, gleichmässige Bewegung für deren ganze Dauer vorausg 67½ Fuss ausmachen. Betrachtungen und Berechnungen, die man 1. Abtheilung unserer Schrift „Sonne und Mond etc." ausführlich stellt findet, ergeben indessen, dass man genannte Zahl auf ihre etwa 34 Fuss, herabsetzen müsse. In eben dieser Schrift sind au die wichtigen geologischen etc. Konsequenzen der nunmehr festbegrü Umsetzungstheorie ausführlich erörtert.

Druck der Leipziger Vereinsbuchdruckerei.

Taf. I.

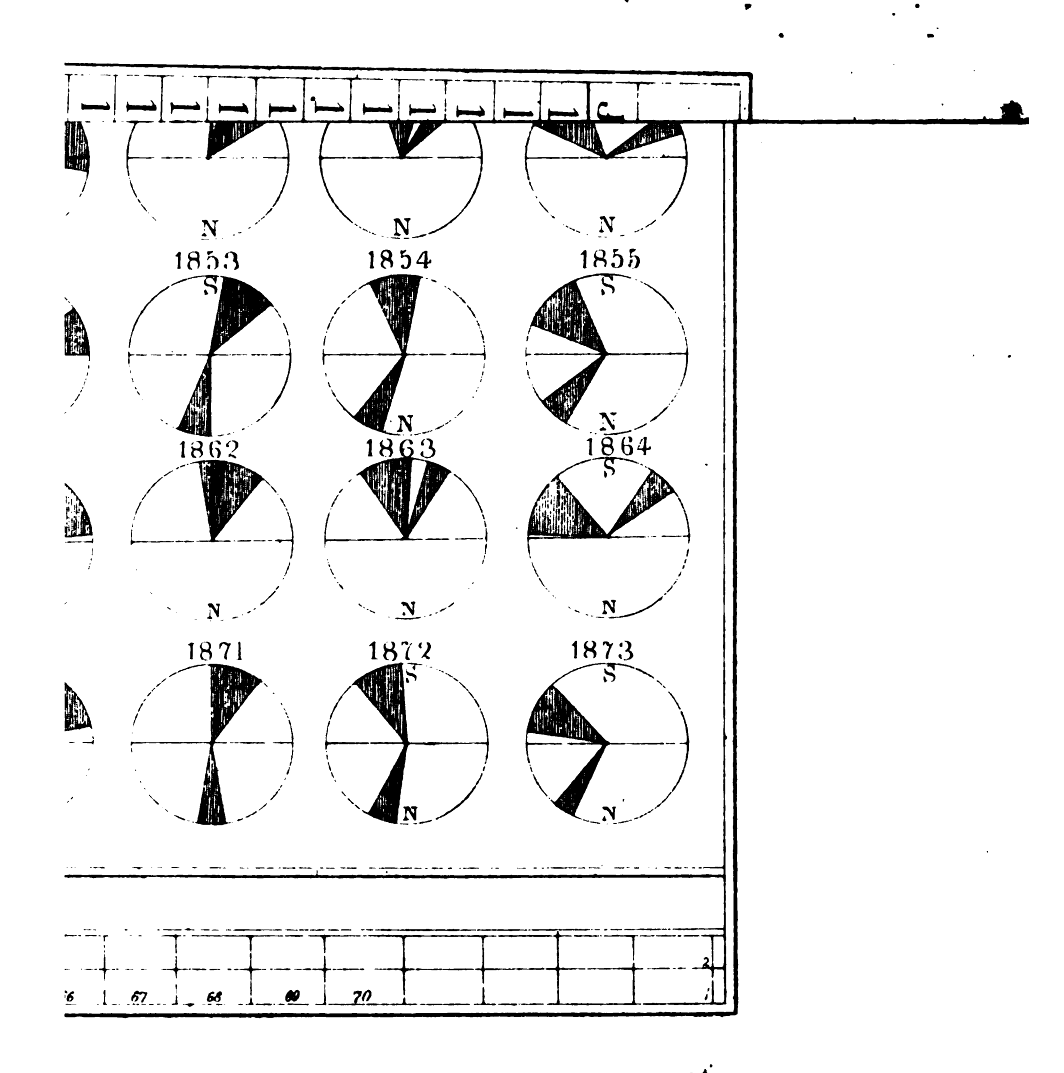
22 23 24 25 26 O Ef 27 28

Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg Mt

22 23 24 25 O Ef 27 28 29 30 31

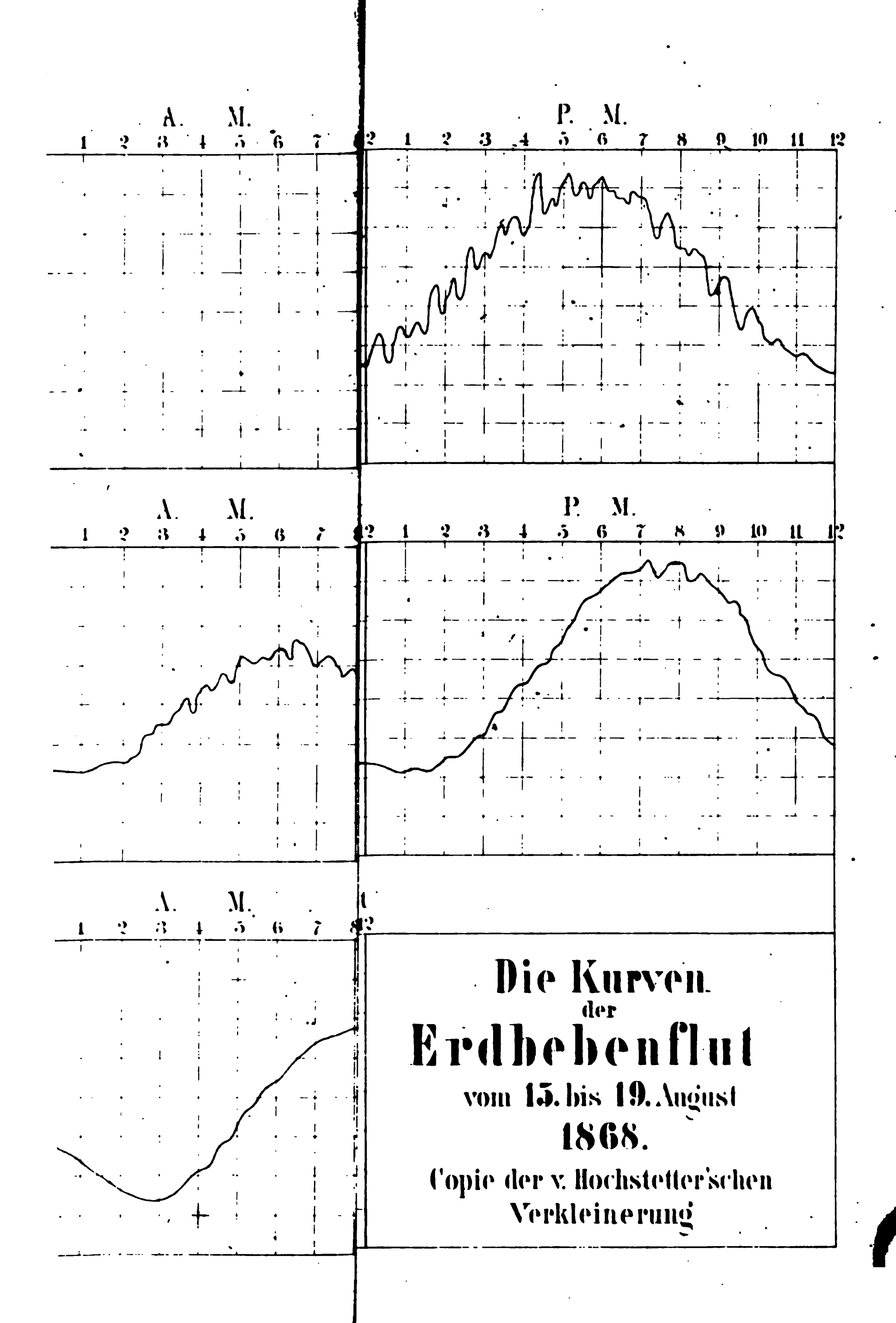
Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg Mt Mg

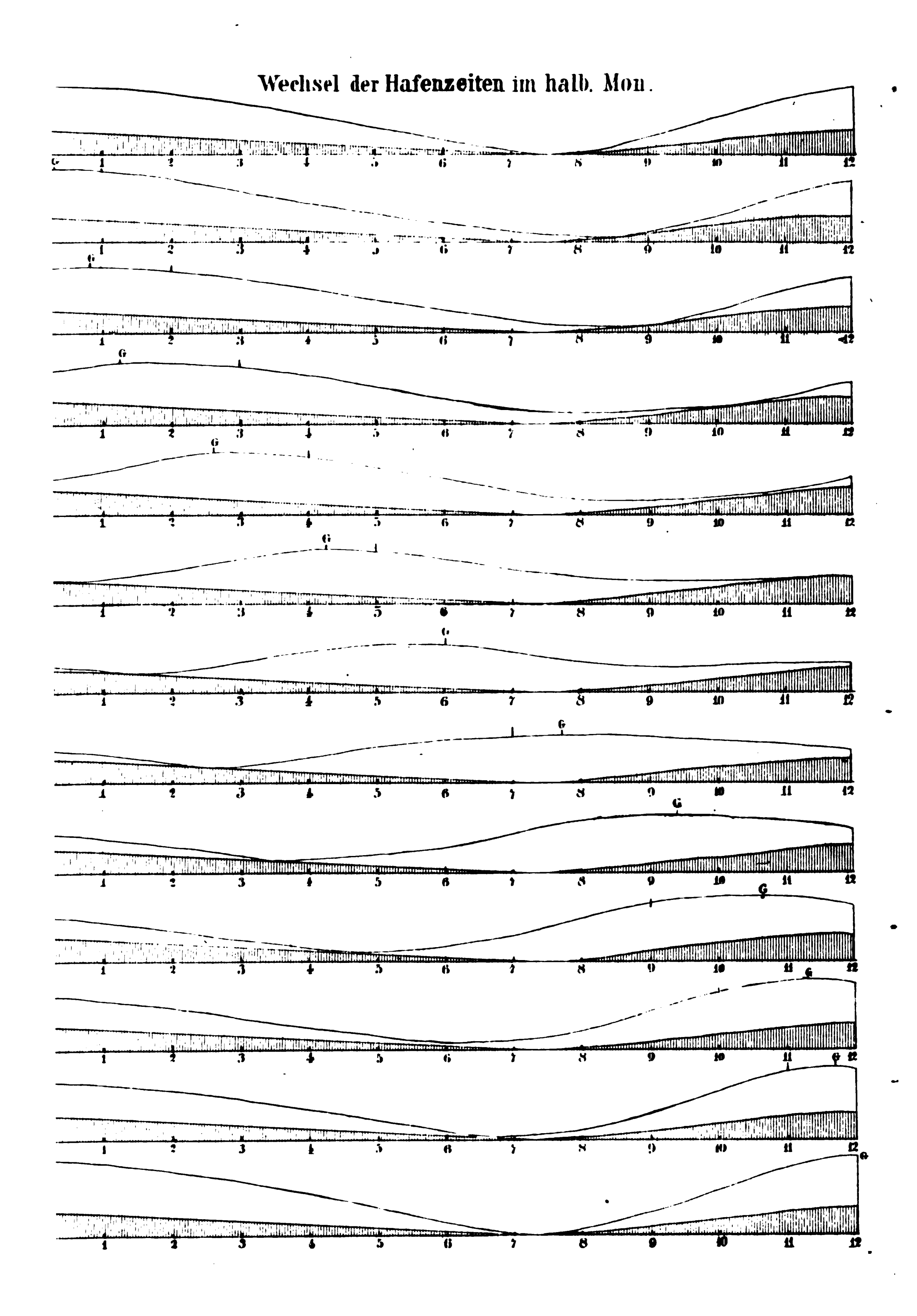
Lith. u. Druck v. H. Arnold, Leipzig



N
N
N
1853
S
1854
N
1855
S
N
1862
N
1863
N
1864
S
N
1871
1872
S
N
1873
S
N
67
68
69
70

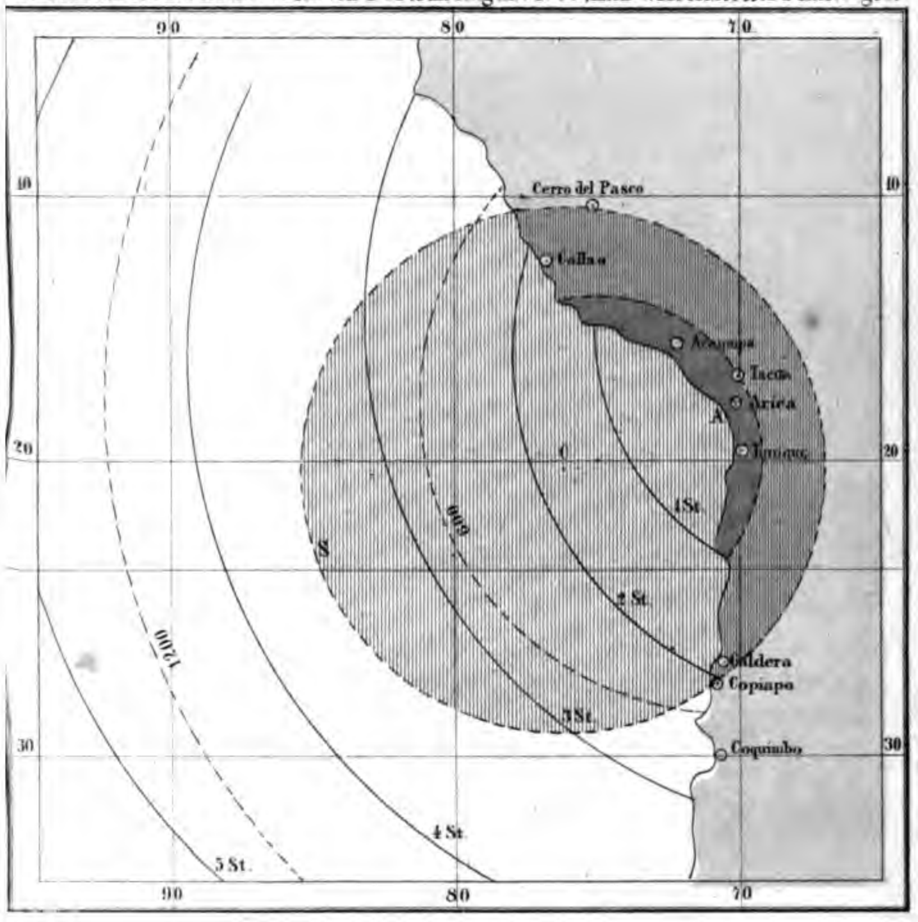
hen P

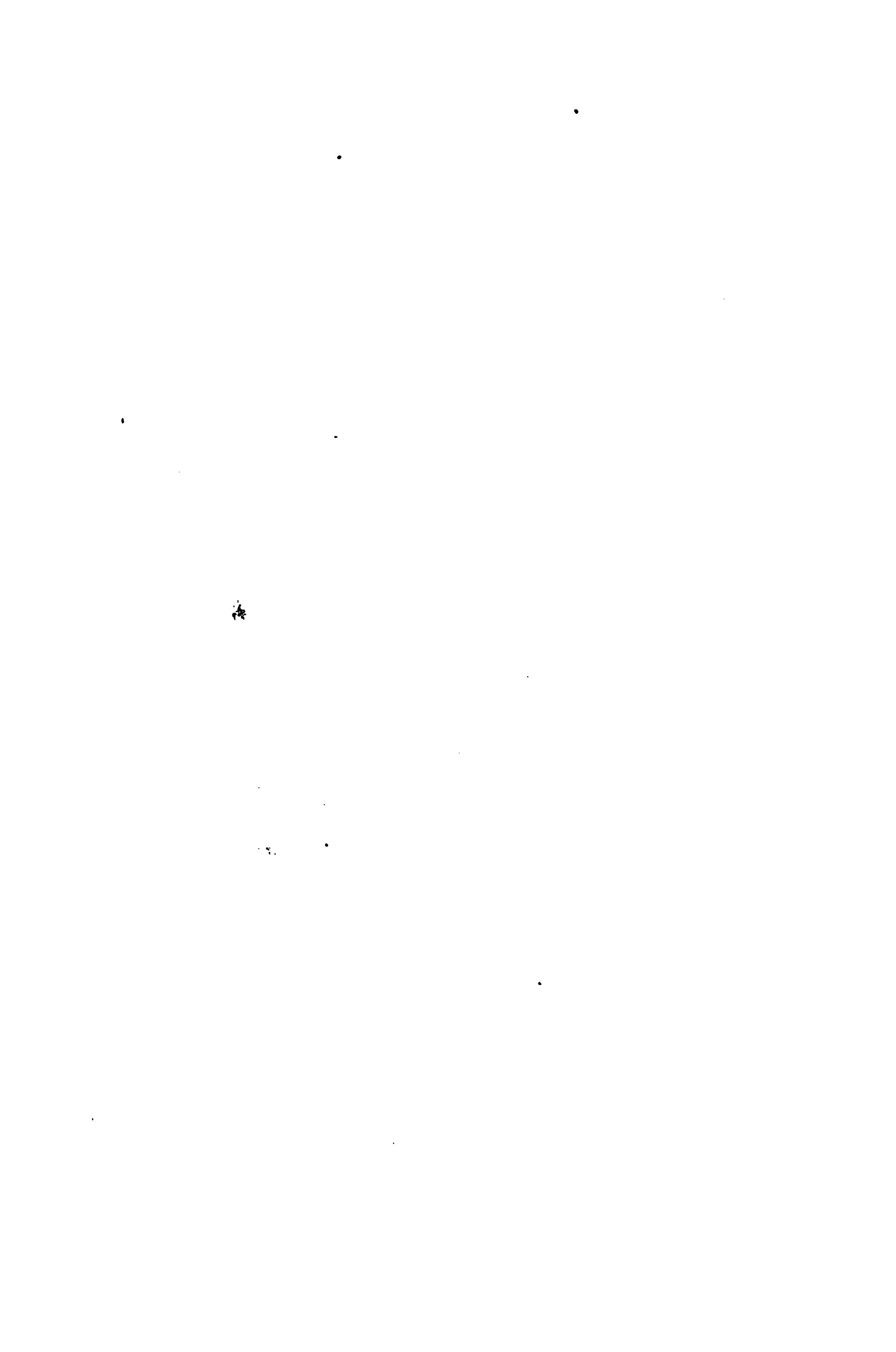

A. M.
1 2 3 4 5 6 7 8
P. M.
12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
A. M.
1 2 3 4 5 6 7 8
P. M.
12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
A. M.
1 2 3 4 5 6 7 8
12
Die Kurven
der
Erdbebenflut
vom 15. bis 19. August
1868.
Copie der v. Hochstetter'schen
Verkleinerung


Wechsel der Hafenzeiten im halb. Mon.
G
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

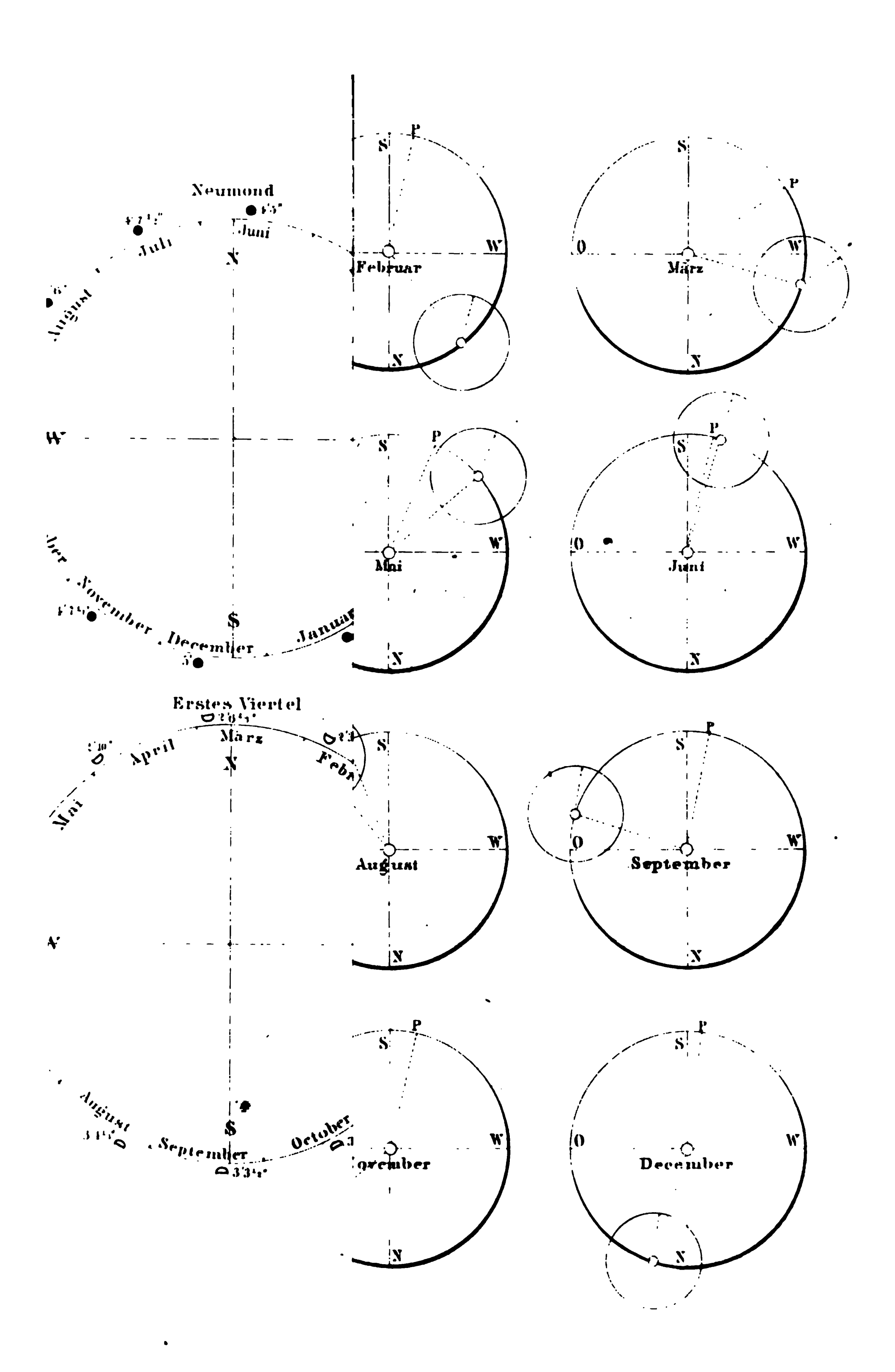


Der Stosskreis des Erdbebens von Peru im August 1868, nach v. Hochstetter's Karte gez.



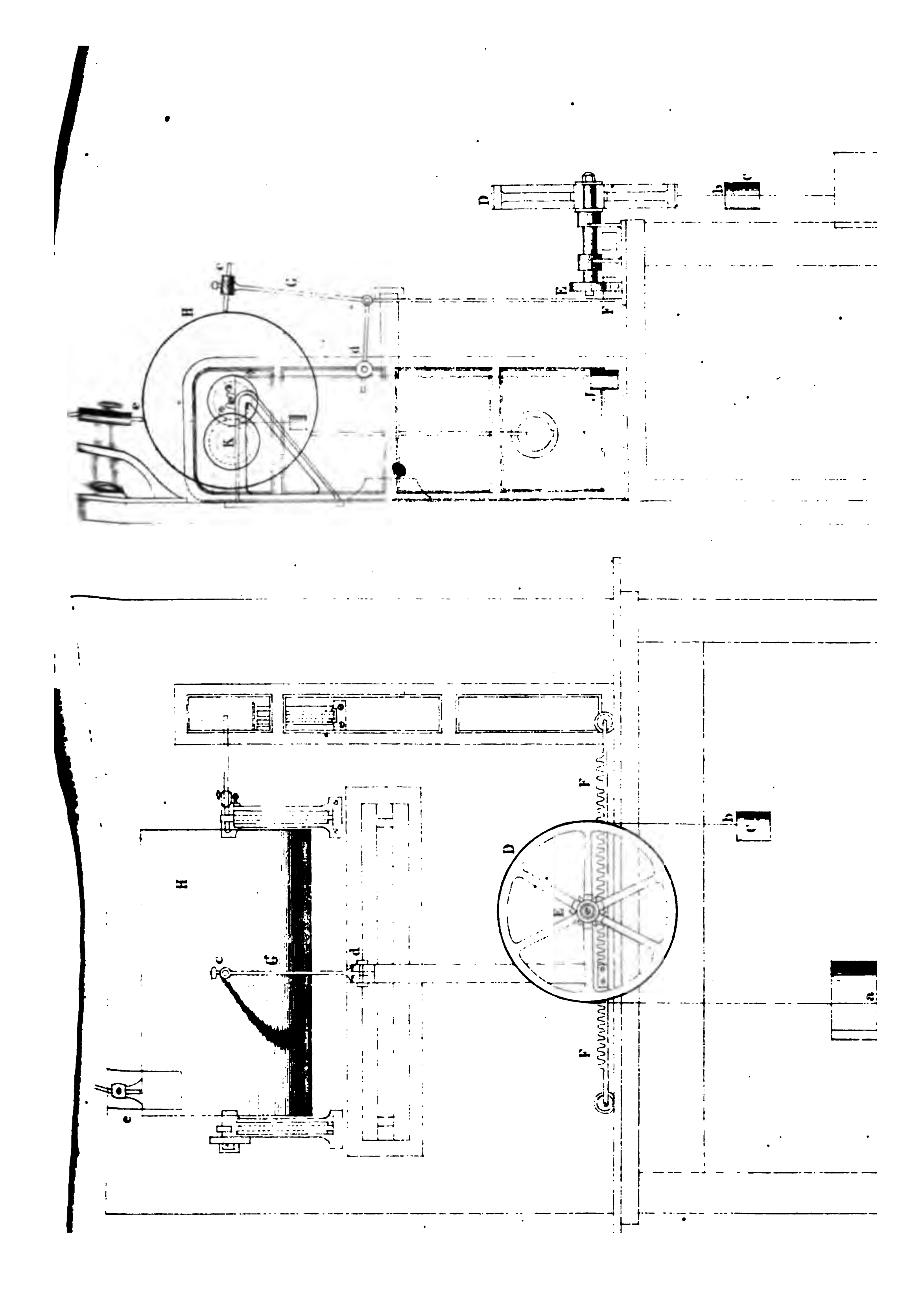




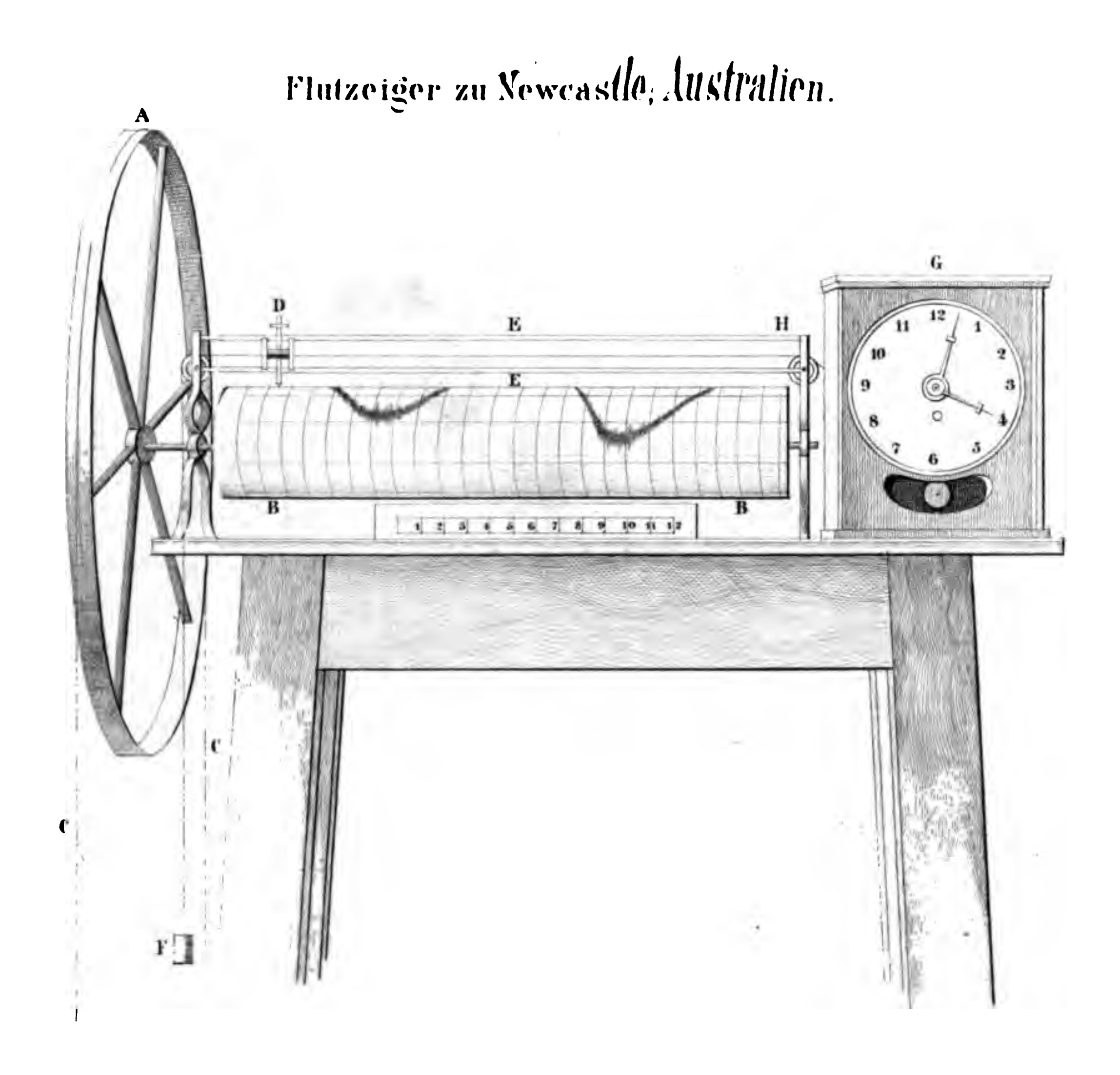


Neumond
Juni
Juli
August
W
November
December
Januar
Erstes Viertel
März
April
Mai
Febr
August
September
October
Februar
März
Mai
Juni
August
September
December





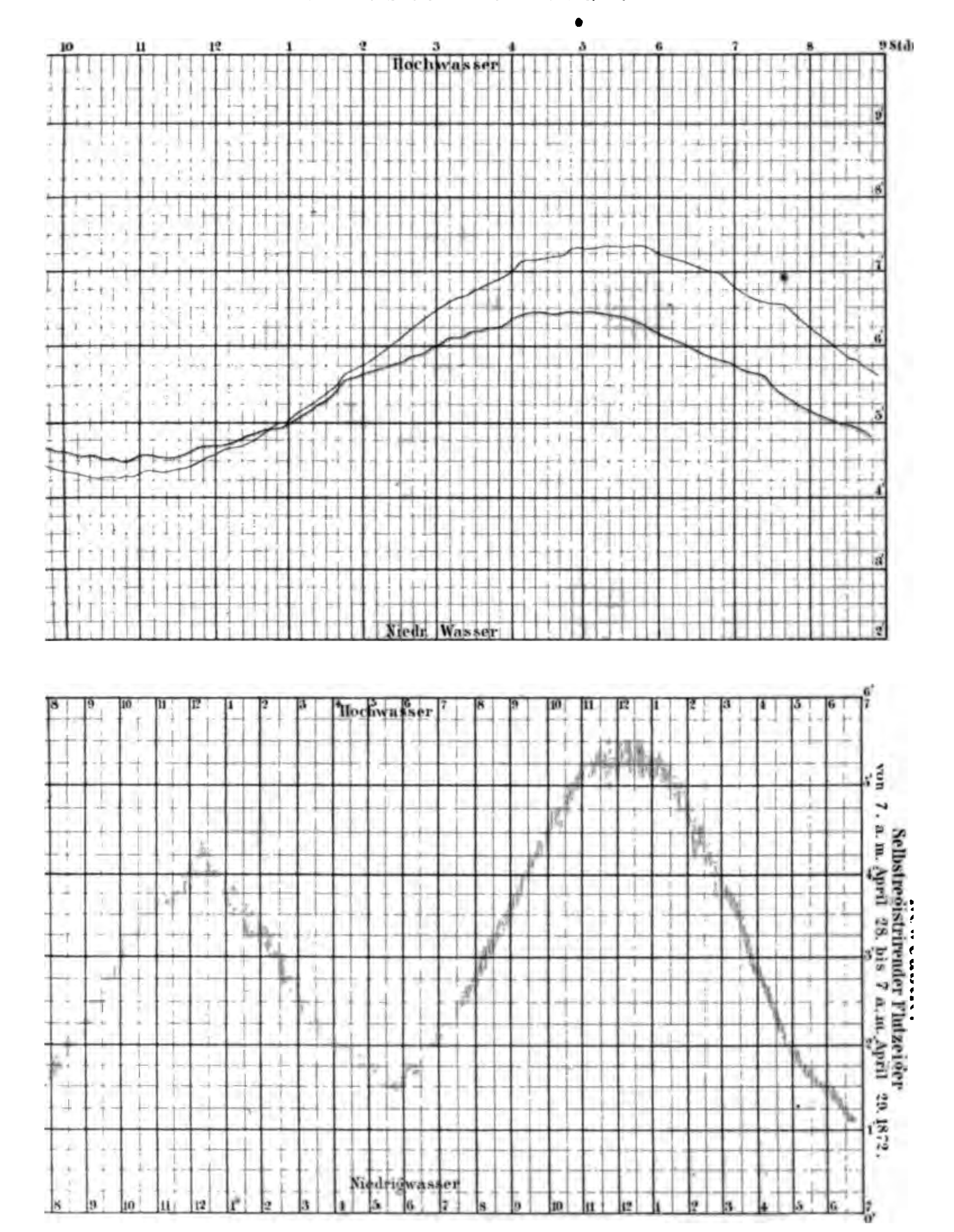
Flutzeiger zu Newcastle, Australien.





Selbstregistrirender Flutzeiger Fort Denison, Sydney.

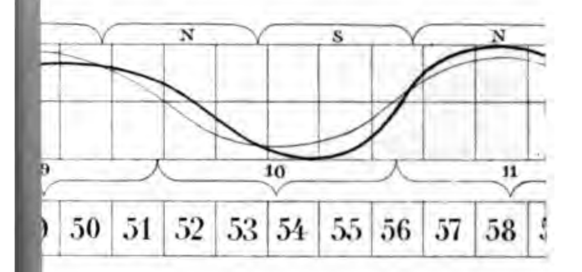
von 9. a.m. Januar 1. bis 9 a.m. Januar 2. 1871.





lichen Bewegungen des (

ns.



Ostseespiegels.

